연구보고서

산업안전보건법 내 유해물질 제한 제도화 방안 연구

김원·김신범·조준희·최인자·강태선

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원

제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “산업안전보건법 내 유해물질 제한 제도화 방안 연구”의 최종 연구결과 보고서로 제출합니다.

2020년 11월

연구기관 : 노동환경건강연구소
연구기간 : 2020.04.15. ~ 2020.10.31.
연구책임자 : 김 원 (노동환경건강연구소 실장)
공동연구원 : 김신범 (노동환경건강연구소 부소장)
공동연구원 : 조준희 (노동환경건강연구소 팀장)
공동연구원 : 최인자 (노동환경건강연구소 팀장)
공동연구원 : 강태선 (세명대학교 교수)
연구보조원 : 최영은 (노동환경건강연구소 연구원)
연구보조원 : 김규연 (노동환경건강연구소 연구원)
연구보조원 : 이영선 (노동환경건강연구소 연구원)
연구보조원 : 현재순 (일과건강 연구원)

요 약 문

연구기간 2020년 4월 ~ 2020년 10월

핵심단어 유해물질, 제한제도, 산업안전보건법, 디클로로메탄

연구과제명 산업안전보건법 내 유해물질 제한 제도환 방안 연구

1. 연구배경

○ 심각한 위험을 유발시킬 수 있는 화학물질을 제대로 관리하기 위해 필요시되는 제한 제도가 산안법 내에 마련되어 노동자들의 건강을 보호할 수 있는 효율적인 방안으로써 운영되는 것이 필요함.

2. 주요 연구내용

□ 연구결과

○ 산안법 내 금지물질 목록의 일부는 제한의 성격을 갖고 있음. 이런 전례가 있으므로 노동자의 건강과 생명에 심각한 위험을 초래할 수 있는 물질에 대해 제한의 성격이 반영된 내용으로 금지물질 목록에 추가할 수 있을 것으로 판단됨. 또는 산안법 내에 제한제도를 신설하는 방안도 고려될 수 있음. 이 역시 화평법과 별도로 산안법 내에 금지물질 지정의 전례가 있어 충분히 가능한 방안이라고 판단됨. 다만, 기존 법을 활용하는 측면에서 제한 성격을 갖는 금지물질 목록을 추가하는 방안이 좀 더 현실적임.

○ 위험이 큰 물질에 대해 제한을 제안하기 위해서는 물질의 용도와 노출위험이 평가될 수 있어야 함. 국내의 작업환경실태조사 자료를 통해 용도 파악이 가능하지만 대상물질이 한정(774종)되어 포괄적이지 못함. 작업환경측정자료 역시 측정대상물질에만 한정되어 있고 전반적인 노출 상황을 파악하기에는 한계가 있음. 용도파악을 위해 REACH에서의 등록 정보와 같은 형태의 자료 구축이 필요함. 노출 평가를 위해서는 작업환경측정 이외에도 모델링 툴을 활용하는 방안이 고려되어야 함. 직업병으로 인정된 통계 자료의 경우, 소규모 사업장의 보고가 반영되지 못한 정황이 보이고 원인이 불분명한 경우가 많음. 직업성암의 경우 특정암에 대한 인정사례가 집중되어 있어 다양한 직업병 파악이 어려운 한계가 있음. 화평법의 등록자료가 안정적으로 공유되기 전까지

는 제한 검토가 필요한 물질 리스트 중에서 기존 규제 대상물질들에 대한 자료를 최대한 활용하여 제한 필요성에 대한 검토가 어느 정도 가능할 것임. 다만, 측정자료 및 실태조사 자료가 더욱 효과적으로 활용될 수 있는 맥락적인 정보 등이 보강되어야 함.

○ 디클로로메탄은 제한을 검토해야 하는 우선순위가 가장 높은 물질임. 해외의 사례에서도 페인트 제거제로 사용되는 것 자체 혹은 0.1 % 이하의 함량 제한을 설정하고 있음. 국내에서도 세척 및 세정 용도로 디클로로메탄이 함유된 제품을 사용하면서 재해 및 사망사고가 다발하고 있음. 비록 제한을 통한 효과가 비용보다 적게 추계되고 있지만 환경부의 유독물지정으로 인해 관련 관리 시설을 설비해야 해서 새로운 투자 비용으로 볼 수 없음. 그럼에도 세척 및 세정 용도의 설비에서 최근까지도 사망사고를 포함한 재해가 빈발하고 있어 제한의 필요성은 여전히 유효함. 따라서 세척 및 세정 용도로 사용되는 제품에서의 디클로로메탄 함량규제(0.1 % 미만)와 더불어 안전하고 저렴한 세척제 및 세척기의 개발 및 보급에 대한 정부의 지원 정책이 병행되어야 함.

□ 시사점

○ 유해물질 제한 제도의 필요성 및 정부의 정책 지원의 형태를 제안함.

3. 연구 활용방안

□ 제　　언

○ 산안법 내 제한의 내용이 고려된 금지물질 목록을 추가하는 방안을 제언함. 세척제/세정제 용도의 제품에서 디클로로메탄 함량규제(0.1 % 미만)를 제언함.

□ 개선방안

○ 기존 세척제에 비해 안전하면서도 저렴한 세척제 및 세척기의 기술개발이 정부에 의해 지원되어야 함

□ 활　　용

○ 제한 제도 운영은 산재예방과 노동자 보호에 적극 활용될 수 있을 것임

4. 연락처

- 연구책임자 : 노동환경건강연구소 책임연구원 김원
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업화학연구실 조지훈 차장
  - Tel: 042-869-0362
  - E-mail: lmalone@kosha.or.kr

차 례

I. 서 론 ····· 1

1. 연구배경 ····· 1
2. 연구목적 ····· 4
3. 선행연구 내용 분석 ····· 4

II. 연구방법 ····· 10

1. 연구 내용 및 범위 ····· 10
   1) 산안법 내 제도화를 위한 법률 및 하위법령(안) 마련 및 산안법 내 제한제도의 효율적 운영방안 제시 ····· 11
   2) 용도파악 공정별 노출특성을 포함한 위해성평가, 대체가능성 검토 등 제한 결정을 위한 국내 자료의 활용가능성 확인 및 대안 제시 ····· 15
   3) 제한이 필요한 물질에 대한 제한 물질 검토보고서 마련 ····· 26

III. 연구결과 ····· 29

1. 산안법 내 제도화를 위한 법률 및 하위법령(안) 마련 및 산안법 내 제한제도의 효율적 운영방안 ····· 29
   1) 산안법 내 금지물질 목록 검토 ····· 29
   2) 일본 노동안전위생법 내 금지물질 목록 제정 배경 ····· 33

3) 산안법 내 금지물질 목록 제정 과정 ·····39
4) 산안법 내 제한 제도 마련 방안 ·····46
5) 산안법 내 제한 제도화에 앞서 선결되어야 할 사항들 ·····64
6) 제도의 효율적 운영방안 ·····67
2. 제한 결정을 위한 국내 자료의 활용가능성 ·····75
1) 제한 검토 대상 물질 리스트 확보 방안 ·····75
2) 제한 검토 대상 물질의 용도 파악 ·····120
3) 제한 제도 운영을 위한 국내 자료 활용 가능성 평가 ·····136
4) 용도 및 노출평가 자료 활용을 위한 국내 자료의 활용가능성 153
3. 제한이 필요한 물질의 검토보고서 ·····156
1) 제한 검토 대상 물질의 선정 ·····156
2) 제한 고려 대상 물질 검토보고서 마련 ·····160

IV. 결론 ····· 261

참고문헌 ····· 265

Abstract ····· 270

표 차 례

〈표 Ⅱ-1〉 화학물질 노출로 인한 위험을 감지하기 위한 국내외 검토 대상 자료 유형들 ·····19
〈표 Ⅱ-2〉 국내 제한 검토 대상 물질 리스트(노동환경건강연구소, 2019) ····· 26
〈표 Ⅲ-1〉 산업안전보건법 시행령에서 지정된 금지물질의 목록 ·····30
〈표 Ⅲ-2〉 일본의 노동안전위생법 시행령 제16조(제조 등이 금지되는 유해물질) (시행일: 2019. 06. 05) ·····31
〈표 Ⅲ-3〉 일본에서 제조 등이 금지되는 유해물질의 종류 ·····32
〈표 Ⅲ-4〉 일본에서 제조 등이 금지된 물질이 등록된 배경 ·····33
〈표 Ⅲ-5〉 일본에서의 황린 성냥의 제조 금지 관련 법의 제정 과정 (Miura, 1984) ·····35
〈표 Ⅲ-6〉 일본에서의 벤젠 함유 고무풀의 제조 금지 관련 법의 제정 과정(이치로, 1960) ·····38
〈표 Ⅲ-7〉 산업안전보건법 시행령에서의 금지물질 목록의 변천사 ····44
〈표 Ⅲ-8〉 산업안전보건법 내 금지물질 규정의 변천 내용 ·····48
〈표 Ⅲ-9〉 산업안전보건법 제한대상물질 신설 방안 ·····58
〈표 Ⅲ-10〉 산업안전보건법 시행령 제한대상물질 지정·고시안 ·····60
〈표 Ⅲ-11〉 산안법 내 제한제도 운영 방식의 예시와 예상되는 장단점 비교 ·····62
〈표 Ⅲ-12〉 트리클로로에틸렌 노출로 인한 국내 재해사례(김형아 등, 2006) ·····64
〈표 Ⅲ-13〉 산안법 상 금지물질의 금지 내용과 REACH에 따른 제한물

질의 제한 내용의 비교 ·····65
<표 Ⅲ-14> Enforcement Forum의 연도별 주제 ·····69
<표 Ⅱ-15> 환경부의 화학물질조사결과 정보공개 중 연간 사용·판매량 구분 및 범주와 본 연구에서의 환산값 ·····80
<표 Ⅱ-16> EURAM의 인체영향점수(HEF) ·····81
<표 Ⅱ-17> ECHA의 제한물질 제한 조건 요약 ·····81
<표 Ⅱ-18> 국내 제한 검토 대상 물질 ·····87
<표 Ⅲ-19> 직업병 발생 원인의 재분류 기준 ·····89
<표 Ⅲ-20> 직업병 발생 원인의 세부 재분류 기준 ·····91
<표 Ⅲ-21> 재해형태 구분에 따른 재해자 규모 분포 ·····94
<표 Ⅲ-22> 사업장 규모에 따른 암발생 재해자 수의 분포 ·····95
<표 Ⅲ-23> 암형태 별 발병 원인물질의 분포 ·····98
<표 Ⅲ-24> 세부 재해유형의 발생 분포 ·····100
<표 Ⅲ-25> 사업장 규모에 따른 세부 재해유형의 발생 분포 ·····102
<표 Ⅲ-26> 재해 유형 및 원인 인자 구분에 따른 재해 발생 분포 ····104
<표 Ⅲ-27> 작업환경측정결과 검토 대상 물질 리스트 ·····108
<표 Ⅲ-28> OSHA 분석 방법에 따른 LOD 혹은 RQL과 작업환경측정 기록에서의 최저 농도값의 비교 ·····109
<표 Ⅲ-29> 측정대상물질들의 검출율 ·····110
<표 Ⅲ-30> 대상물질들의 노출기준 대비 노출 수준의 분포 ·····111
<표 Ⅲ-31> 1,3-부타디엔을 측정한 사업장 분포 ·····112
<표 Ⅲ-32> 니켈카르보닐의 작업환경 측정 실적 ·····113
<표 Ⅲ-33> 산화 에틸렌 측정 업종의 분포 ·····113
<표 Ⅲ-34> 산화 에틸렌이 측정된 업종에서의 고농도 노출 가능 산업 분포 ·····115

〈표 Ⅲ-35〉 크롬산 연 측정 업종의 분포 ·····117
〈표 Ⅲ-36〉 크롬산 연이 측정된 업종에서의 고농도 노출 가능 산업 분포 ·····119
〈표 Ⅲ-37〉 작업환경실태조사에서 조사되는 물질의 종류 ·····144
〈표 Ⅲ-38〉 정보원에 따른 디클로로메탄 노출 관련 재해 정보 ·····148
〈표 Ⅲ-39〉 국내 디클로로메탄 관련 산업재해 현황 ·····157
〈표 Ⅲ-40〉 디클로로메탄 기본 정보 ·····161
〈표 Ⅲ-41〉 디클로로메탄의 물리·화학적 특성 ·····162
〈표 Ⅲ-42〉 EU CLP에 따른 디클로로메탄의 분류 및 표시 ·····163
〈표 Ⅲ-43〉 작업환경실태조사에 따른 디클로로메탄의 사용용도 및 취급량(안전보건공단, 2019) ·····164
〈표 Ⅲ-44〉 디클로로메탄이 함유된 제품을 세척/제거 공정에서 사용할 때의 용도 분포(안전보건공단, 2019) ·····167
〈표 Ⅲ-45〉 디클로로메탄이 함유된 제품을 세정제 용도로 사용하는 업종과 공정의 분포(안전보건공단, 2019) ·····168
〈표 Ⅲ-46〉 디클로로메탄이 함유된 제품을 탈지제 용도로 사용하는 업종과 공정의 분포(안전보건공단, 2019) ·····171
〈표 Ⅲ-47〉 디클로로메탄 함유 제품을 세정/세척 용도로 사용하는 산업의 분포(안전보건공단, 2019) ·····173
〈표 Ⅲ-48〉 노동자수에 따른 디클로로메탄의 사용용도 분포(안전보건공단, 2019) ·····176
〈표 Ⅲ-49〉 디클로로메탄 노출 농도의 전체 분포 ·····182
〈표 Ⅲ-50〉 디클로로메탄 측정 실적이 많은 산업 분포 ·····184
〈표 Ⅲ-51〉 디클로로메탄의 산업별 노출 농도 분포 ·····185
〈표 Ⅲ-52〉 노출기준 대비 50 % 이상의 노출결과가 다수인 산업의 분

포 ·····187
<표 Ⅲ-53> 유럽에서 발생한 디클로로메탄 관련 사망 및 비치명적 상해의 개요(문헌 데이터, 1930 - 2007) (Risk & Policy Analysts Ltd., 2007) 199
<표 Ⅲ-54> 유럽에서 발생한 디클로로메탄이 함유된 페인트 박리제와 관련된 사망 사고의 원인 분류(1930 - 2007) (Risk & Policy Analysts Ltd., 2007) ·····200
<표 Ⅲ-55> 디클로로메탄 노출 관련 재해자의 구분 ·····209
<표 Ⅲ-56> 디클로로메탄 노출로 인한 재해자들의 상병명 ·····210
<표 Ⅲ-57> 질병비용 추계 항목의 종류 ·····211
<표 Ⅲ-58> 디클로로메탄 노출로 인한 업무상 재해의 직접 비용 추계 213
<표 Ⅲ-59> 디클로로메탄 노출로 인한 업무상 재해의 간접 비용 추계 217
<표 Ⅲ-60> 디클로로메탄 노출로 인한 재해 유형별 질병 부담 추계 220
<표 Ⅲ-61> 디클로로메탄 노출로 인한 상병별 비용 추계 ·····221
<표 Ⅲ-62> 디클로로메탄 노출로 인한 업무상 재해의 연도별 비용 추계 ····· 223
<표 Ⅲ-63> 디클로로메탄 노출로 인한 직업성 재해의 부담비용 추계 226
<표 Ⅲ-64> 디클로로메탄 노출로 인한 직업성 재해의 부담비용 추계 보정 결과(산재 보고율 보정) ·····227
<표 Ⅲ-65> 표면 광택제 및 실내 가향제 제조업(표준산업분류코드 20424)에서의 디클로로메탄 함유 제품의 사용 공정 및 용도 ·····230
<표 Ⅲ-66> 일반용 도료 및 관련제품 제조업(표준산업분류코드 20411)

에서의 디클로로메탄 함유 제품의 사용 공정 및 용도 ·····231
<표 Ⅲ-67> 계면활성제 제조업(표준산업분류코드 20421)에서의 디클로로메탄 함유 제품의 사용 공정 및 용도 ·····233
<표 Ⅲ-68> 정제 공정에서 사용되는 디클로로메탄 함유 제품의 용도 ····· 235
<표 Ⅲ-69> 실험/연구 공정에서 사용되는 디클로로메탄 함유 제품의 용도 ·····236
<표 Ⅲ-70> 원자재 용도로 디클로로메탄 함유 제품을 사용하는 업체들 ·····239
<표 Ⅲ-71> 기업의견 청취를 위해 실시한 설문조사 사업장 수 ·····241
<표 Ⅲ-72> 설문 응답 기업의 분포 ·····242
<표 Ⅲ-73> 설문 응답 기업의 분포 ·····243
<표 Ⅲ-74> 디클로로메탄 취급 형태 구분 ·····244
<표 Ⅲ-75> 디클로로메탄 취급 형태에 따른 대체 가능성 ·····245
<표 Ⅲ-76> 디클로로메탄 함유 제품을 대체할 수 있는 방안 ·····245
<표 Ⅲ-77> 디클로로메탄 함유 제품의 대체 불가능 이유 ·····246
<표 Ⅲ-78> 디클로로메탄 함유 제품을 취급하는 사업장과의 심층 인터뷰 내용 ·····248
<표 Ⅲ-79> 2019년 작업환경실태조사에서 계획된 사업장 규모별 대상 사업장 수 (산업안전보건연구원, 2020) ·····253
<표 Ⅲ-80> 디클로로메탄 제한으로 인해 예상되는 투자 비용 ·····254

그 림 차 례

[그림 Ⅰ-1] 최근 30년 동안의 직업병 변화 추이(이윤근, 2020). ·····2
[그림 Ⅰ-2] NPRs을 구성하는 핵심적인 데이터(Nordic Product Register Group, 2007). ·····8
[그림 Ⅱ-1] 전체 연구개요. ·····11
[그림 Ⅱ-2] 한국적 제한물질 지정 절차(노동환경건강연구소, 2019). ···14
[그림 Ⅱ-3] 벤젠의 용도 제한을 위한 제안 과정(노동환경건강연구소, 2019). ·····16
[그림 Ⅱ-4] 제한대상 물질 선정 과정. ·····17
[그림 Ⅱ-5] 제한 검토 물질에 대한 제안보고서 작성 과정. ·····28
[그림 Ⅲ-1] 1950년대 일본 내 신발제작 작업장의 모습(좌: M화학 공업소, 우상: M화학 공업소 내 작업장 모습, 우하: 환기장치 모습) (이치로, 1960). ·····36
[그림 Ⅲ-2] 용도제한이 필요한 물질을 금지물질 목록에 추가하여 고용노동부장관의 고시로 제시하는 과정. ·····57
[그림 Ⅲ-3] 제한 검토 대상 물질 리스트 마련을 위한 국내외 자료의 활용 방안. ·····77
[그림 Ⅱ-4] 제한 검토 대상 물질 선정절차. ·····79
[그림 Ⅲ-5] 화학물질과 관련된 재해의 연도별 발생 규모. ·····93
[그림 Ⅲ-6] 재해통계 중 암종류에 따른 재해자 분포. ·····96
[그림 Ⅲ-7] CSR 작성 과정(김상헌, 2020). ·····123
[그림 Ⅲ-8] eSDS를 받고 수령자가 해야 할 일들의 순서(ECHA, 2020). ···127

[그림 Ⅲ-9] REACH에서의 CSR 준비와 물질의 용도파악 과정(ECHA, 2020). ·····129
[그림 Ⅲ-10] 반도체 제조 공장에서의 노출 시나리오 작성 사례(ECHA, 2010). ·····132
[그림 Ⅲ-11] 반도체 제조 공장에서의 노출 시나리오에 따른 노출량 추정 결과와 위험성 평가 사례(ECHA, 2010). ·····133
[그림 Ⅲ-12] 노출 대상에 따른 모델링 기법의 구분(김상헌, 2020). ·140
[그림 Ⅲ-13] 실측(작업환경측정 등) 자료와 모델링을 통한 노출 추정 결과의 관계. ·····142
[그림 Ⅲ-14] 제한 검토 대상 물질에 따른 용도, 노출, 건강피해 등의 확인 절차 및 제안보고서 작성과정. ·····155
[그림 Ⅲ-15] 디클로로메탄의 제품 내 함유량 분포. ·····166
[그림 Ⅲ-16] 디클로로메탄 노출 농도의 전체 분포. ·····181
[그림 Ⅲ-17] 디클로로메탄 노출 농도의 연대별 분포. ·····183
[그림 Ⅲ-18] 지난 11년간 발생된 디클로로메탄 관련 재해자 수. ····208

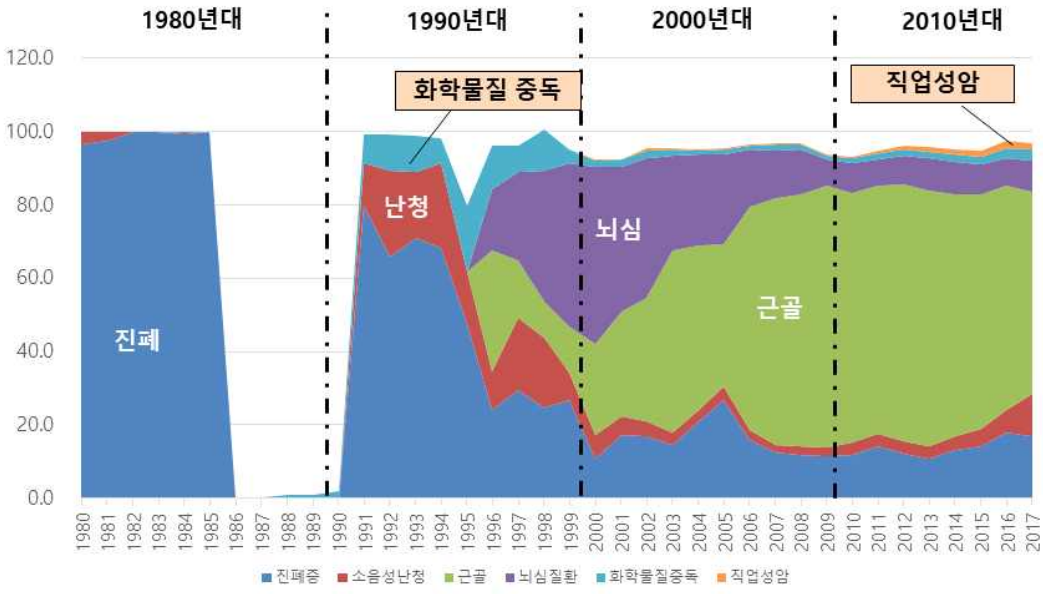
Ⅰ. 서 론

1. 연구배경

우리나라의 직업병 통계를 보면 80년대 말까지 진폐증과 소음성난청이 전체 직업병의 99% 내외를 차지하고 있다. 다른 직업병이 없었다기 보다는 직업병이 잘 인식되지 못하고 제대로 밝혀지거나 드러나지 못했기 때문일 것이다. 90년대에는 문송면과 원진레이온 사건의 영향을 받아 중금속과 유기용제 중독 환자들이 급증하기 시작하여 전체 직업병 환자에서 화학물질에 의한 직업병 환자가 차지하는 비율이 10% 내외(1995년에는 18.0% 까지 증가)로 급증하였다. 2000년대 들어서는 근골격계질환과 뇌심혈관계질환으로 대표되는 직업 관련성 질환자의 비율이 대폭 증가하여 70% 이상을 차지하였다. 최근 2010년도에 들어서는 직업성암환자가 연간 100여명 이상으로 증가하여(2017년 171명) 전체 직업병환자에서 차지하는 비율이 2000년대 1% 내외에서 2010년도에는 2% 내외로 2배 정도 증가하였다(아래 그림 참조).[1)]

화학물질에 의한 중독이 과거에 비해 줄어들기는 했지만 최근에는 다시 증가하는 추세를 보여주고 있다. 직업성암환자가 늘어나는 것과 함께 유해 화학물질 노출로 나타날 수 있는 위험이 최근 들어 더욱 증가하고 있다는 것을 보여주는 것이라고 할 수 있다. 직업병에 대한 사회적 인식과 유해물질과 건강에 대한 관심이 증가한 측면이 일부 기여했을 것으로 판단된다.

1) 이윤근, 노동환경건강연구소 20년 평가와 향후 발전 계획. 노동환경건강연구소: 2020.



[출처 : 각 연도별 산업재해분석(노동부) 자료를재 분석하였음]

[그림 Ⅰ-1] 최근 30년 동안의 직업병 변화 추이(이윤근, 2020).

노동자의 건강에 심각한 영향을 미칠 수 있는 유해한 화학물질은 애초에 생산되지 않고 시장에 판매되지 않은 것이 가장 좋을 것이다. 그러나 유해하다는 이유만으로 해당 물질에 대한 생산을 당장 중지시키거나 판매하지 못하도록 하기는 어렵다. 현실적으로는 매우 엄격하고 제한된 조건에서 사용될 수 있도록 하는 것이 위험을 최소화하는 효과적인 방안이 될 수 있을 것이다. 이런 차원에서 제한제도가 의미가 있다. 유럽의 화학물질 등록, 평가, 허가 및 제한에 관한 법률 (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals; REACH)에서 시행되고 있는 제한제도가 그 대표적인 예가 될 수 있다. 특히, 특정용도 등을 대상으로 하는 제한은 화학물질의 허가와 다르게 신속하게 적용시킬 수 있는 유연한 규제도구라는 평가를 받고 있다.

제한제도를 통해, 물질 자체, 제재에 함유된 물질 혹은 제품에 함유된 물질이 제한의 대상이 될 수 있다. 이를 통해 공동체 전반에 미치는 위험을 관리하

는 것이 제한 제도의 주요 목적이다. 물질에 대한 제한은 그 물질의 전반적인 금지의 형태까지도 가능하다. 그러나 현실적으로는 그런 형태의 제한은 극히 드물다. 대부분의 경우에는 특정 용도에 대한 제한이 일반적으로 적용된다. REACH의 경우 유통량에 따라 등록 대상이 분류되지만 제한의 경우는 유통량 기준에 따라 제한의 대상 여부가 구분되지는 않는다.

제한에 대한 제안(Annex ⅩⅤ Dossier)은 회원국과 ECHA에 의해서 준비되는데 이 보고서에는 사람의 건강이나 혹은 환경에 미치는 영향이 잘 정리되어 있어야 하며 기존에 실행되고 있는 관리 방안들이 충분하지 않다는 것과 그 위험을 줄이기 위한 가장 적합한 저감 방안이 제한이라는 것이 명확하게 제안되어져야 한다. 물론 사회경제적 영향에 대한 분석도 포함되어야 한다.

노동환경건강연구소에서는 연구를 통해서 2018년에 제한 제도의 필요성을 제안하였고[2] 2019년에는 유럽에서 운영되고 있는 제안제도를 종합적으로 검토하여 국내 도입의 가능성을 살펴보았다.[3] 그러나 실제로 이런 제한 제도가 일반적인 여타의 제도들처럼 현실 내에서 실제적으로 작동할 것인지는 예측하기 어려운 게 사실이다. 우리의 경우 유럽과 다른 제도 환경을 갖고 있으며 제도를 운영하는 시스템이 달라서 유럽의 방식대로 제한 제도가 운영되기 어렵다고 전망된다.

따라서 심각한 위험을 유발시킬 수 있는 화학물질을 제대로 관리하기 위해 필요시되는 제한 제도가 국내 환경에서 효율적으로 운영될 수 있는 방안을 마련하는 것은 필수적으로 해결되어야 할 과제임에 틀림없다. 특히, 제한 제도의 효율적인 운영을 위해서는 「산업안전보건법」 제117조(유해·위험물질의 제조 등 금지)와 제118조(유해·위험물질의 제조 등 허가) 규정 그리고 환경부의 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」에 따른 제한 제도에 더불어 산업

2) 김신범; 김원; 최인자; 김만명; 송민경; 고일원; 강태선 *산업용 화학제품 관리를 위한 기반 구축*, 산업안전보건연구원: 2018.
3) 김원; 김신범; 조준희; 최인자; 이윤근 *산업용 화학제품 관리를 위한 유해물질 제한에 관한 연구*, 산업안전보건연구원: 2019.

안전보건법 내에 노동자의 건강을 보호하기 위한 제한 제도를 독자적으로 신설할 필요가 있다. 이를 위해 산안법 내에 제한 제도 운영을 위한 구체적인 법률 및 하위법령을 구성해야 한다. 그리고 이를 바탕으로 제한 제도를 현장에서 효과적으로 작동시키기 위한 방안을 마련할 필요성이 있다.

2. 연구목적

본 연구의 목표는 유해성이 높은 물질을 산업용 제품 내에 사용하는 것을 제한할 수 있도록 산안법 내에 적합한 법률을 만드는 것과 실제 제한 내용을 생산해낼 수 있는 국내 자료를 확인해서 제한 검토보고서를 작성하는 것으로써, 구체적으로는 다음과 같이 목표를 세분화할 수 있다.

첫째, 산안법 내 제도화를 위한 법률 및 하위법령(안) 마련 및 산안법 내 제한제도의 효율적 운영방안을 제시하는 것.

둘째, 용도파악, 공정별 노출특성을 포함한 위해성평가, 대체가능성 검토 등 제한 결정을 위한 국내 자료의 활용가능성 확인 및 대안을 제시하는 것.

셋째, 제한이 필요한 물질에 대하여 위해성평가, 사회경제성 평가, 산업계 의견 수렴 등 절차를 거쳐 제한대상 물질 검토보고서를 마련하는 것.

3. 선행연구 내용 분석

노동환경건강연구소에서는 '산업용 화학제품 관리를 위한 기반 구축연구(2018)'를 통해 향후 물질안전보건자료 제출 시스템이 개선될 경우에 대비해 물질안전보건자료 등록에 대한 감독을 적극적으로 강화해서 용도와 노출에 대한 양질의 정보가 소통될 수 있도록 감시해야 한다고 주장하였다. 또한 심각한

유해성을 갖는 화학물질로부터 노동자들을 보호하기 위한 제도로써 신속한 대응체계의 장점을 갖고 있는 용도 제한 제도를 도입해야 한다고 제안한 바가 있다

그리고 2019년에 수행된 '산업용 화학제품 관리를 위한 유해물질 제한에 관한 연구'에서는 유럽에서 실행되고 있는 제한 제도의 구체적인 실행 과정을 검토하고 제한을 위한 제안보고서를 작성하는 과정을 검토하였다. 또한 국내에서 제한이 필요한 물질의 리스트를 작성한 후 그 중에서 우선선위가 가장 높다고 판단된 벤젠을 대상으로 제한이 필요한 근거를 찾아내고 세척이나 희석의 용도로써 사용되는 것을 제한할 것을 제안하였다.

EU에서 제한 제도를 마련한 이유는 유해물질을 관리하기 위한 시스템 내에서 Safety net, 즉 제도가 효과적으로 운영되는데 필요한 안전망으로써 기능할 수 있도록 하기 위해서이다. 유해물질을 관리하기 위한 제도가 현행의 시스템 내에 마련되어 있지만 그럼에도 불구하고 여전히 받아들이기 어려운 수준의 위험이 발생할 여지가 있으며 이 경우 해당 위험을 관리하기 위한 조치로써 신속하고 효과적으로 실행할 수 있는 제한 제도가 필요했던 것이다.

받아들이기 어려운 위험이 발견될 경우, 회원국들 전반에 걸쳐 사람의 건강 및 환경에 미치는 위험이 감당하기 어려운 정도라는 증거에 의해 제한이 제기됨은 물론이고 제한된 내용이 실효적인 효과를 얻기 위해서는 다음의 세 가지 기준들이 함께 검토되어야 한다. 즉, 효과성, 현실성(실행, 관리, 집행의 측면에서) 그리고 감독가능성(monitorability) 까지 같이 염두에 두어야 한다.

이 때, 받아들이기 어려운 수준의 위험이 나타나는지를 가리기 위해서는 여러 형태의 정보가 필요하다. 가장 중요한 정보는 REACH 에서의 등록자료에서 얻어질 수 있다. 등록자료에는 노출 시나리오가 반영되어 있기 때문에 어떤 물질의 특정 용도에서의 사용과 관련된 위험을 확인할 수 있어 중요한 정보원으로 활용될 수 있다. 이외에 Nordic Product Registers 등에서도 용도에 따른 노출자료를 얻을 수 있다. Nordic Product Registers는 화학물질과 제품에 관한

정보를 담고 있는 등록시스템의 중심이라고 볼 수 있다. 화학물질 및 제품의 제조자 및 수입업자들은 제품 등록 시스템에 어떤 화학물질 혹은 제품을 수입 및 제조할 것인지를 보고해야 한다.

1980년대 이래로, 물질 자체 혹은 제재(화학제품)를 북유럽 시장(덴마크, 노르웨이, 스웨덴, 핀란드)에 판매하려는 회사는 이를 NPRs에 등록해야 하는 의무를 지켜왔다.[4] 이와는 별도로 2007년 6월부터 REACH(Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals)가 발효되면서 각 회원국들이 REACH를 따르게 되었다. REACH에 따라서 화학물질을 제조하거나 수입하는 업자들은 헬싱키에 있는 ECHA(European Chemicals Agency)에 등록서류를 제출해야 하는 의무가 발생했으며 기존에 제출한 등록서류의 내용과 다른 변경사항이 발생하면 해당 내용을 기존 서류에서 갱신해야 하는 의무가 발생하게 되었다.

이렇게 되면 북유럽의 사업자들은 NPRs와 REACH에 각각 등록해야 하는 이중 등록의 부담이 발생할 수 있다. 따라서 두 등록 시스템의 중복을 피하는 업무배분이 필요하게 되었다. 그럼에도 북유럽에서 NPRs를 포기하지 않는 이유는 REACH 시행에도 불구하고 이 시스템을 유지하는 것이 화학물질을 관리하는 측면에서 이득이 있기 때문이었다. 첫째, REACH 등록에서는 NPRs에서 활용 가능한 형태의 물질의 사용량에 대한 정보와 용도에 대한 정보가 생산되지 않는다. 이는 화학물질 정책을 조율하고 결정하는 데 핵심적인 정보로 활용될 수 있으므로 이 정보를 포기하는 것은 오히려 큰 손실이라고 할 수 있다. 둘째, REACH에서는 단일 물질만 등록이 되는 반면에, NPRs에서는 물질과 혼합물이 등록이 된다. NPRs 에서의 정보와 REACH에 등록된 정보 사이에 일치하는 부분은 물질에 대한 정보, 제조자 혹은 수입업자에 대한 정보, 제조자에 의해서 예측되는 물질의 일반적인 용도와 같은 것들이다. NPRs에서만 가능한

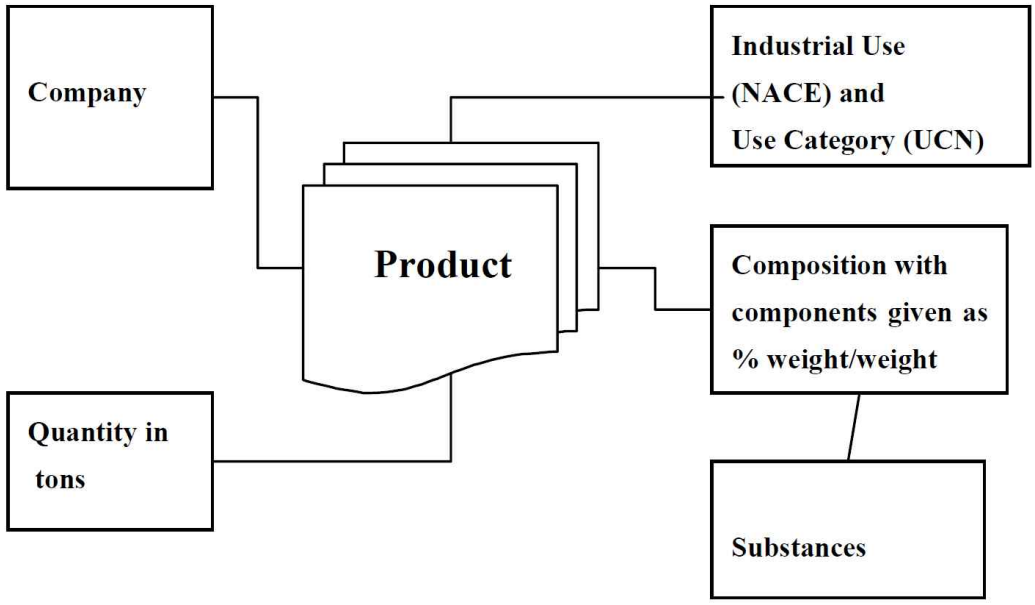
4) Ahrens, A., *The Nordic Product Registers and the future REACH substance database: Comparison of the registration systems and options for future developments*. Nordic Council of Ministers: 2007.

정보는 시장에 판매되는 단일 제재에 대한 정보와 단일 제재의 제조자에 대한 정보 등이다. 또한 시장에서 사용되는 양에 대한 시계열적인 분포와 용도 패턴의 변화에 대한 정보 역시 NPRs에서만 얻어질 수 있는 정보이다.

NPRs에 등록된 제품 자료는 REACH의 실행이 실제로 이루어질 수 있도록 하고 더욱 강화시킬 수 있는 도구로 활용가능하다. REACH의 기능이 실효적이기 위해서는 하위 사용자들에게 요구되는 사항들이 얼마나 현실적으로 지켜지느냐가 중요하다. NPRs에 등록된 자료를 이용해서 감독관들이 REACH에 따라 extended Safety Data Sheets를 받은 제조자들의 사용실태를 계속해서 추적 감독할 수 있다(NPRs에서는 용도 패턴의 변화에 대한 정보가 반영되기 때문이다.).

NPRs에 등록된 데이터에는 화학물질의 기술적 기능에 대한 정보, 산업적 용도에 대한 정보, 유해성 분류에 대한 정보, 화학제품의 구성 성분에 대한 정보, 시장에 판매된 양에 대한 정보 등이 포함되어 있다. 아래 그림은 NPRs에 등록되는 핵심 정보를 구분해서 보여주고 있다.[5] 모든 NPRs는 제품의 산업용 용도를 등록하기 위해서 European NACE 코드를 사용한다. 덴마크, 스웨덴, 그리고 노르웨이는 제품의 용도를 등록하기 위해 Use Code Nordic(UCN)을 사용하고 있고 핀란드에서는 UC 62코드를 사용한다.

5) Nordic Product Register Group *The Nordic Product Registers, A short presentation of the product registers in Denmark, Finland, Norway and Sweden*; 2007.



[그림 Ⅰ-2] NPRs을 구성하는 핵심적인 데이터(Nordic Product Register Group, 2007).

이렇듯, 등록된 정보에는 기능, 산업구분, 분류, 조성, 양 등과 같은 정보들이 반영된다. 이 정보들은 중독정보센터(poison information centers)와 국가기관들이 화학물질로부터 비롯될 수 있는 건강에 미치는 영향과 환경에 미치는 손상을 예방하기 위한 노력을 수행함에 있어 유용한 도구로 활용될 수 있다. 등록 시스템에 등록된 정보를 이용하면 위험성평가(risk assessment), 통계분석, 물질 이동 분석, 그리고 감독활동(현장 감독 및 시장 감시 등) 등을 효과적으로 수행할 수 있다. 이상과 같은 정보의 등록과 활용이 앞으로 우리가 참고해야할 중요한 정보 활용의 형태가 될 것이다.

이 외에도 특정 물질의 사용과 관련된 잠재적인 위험에 대한 정보를 확인할 수 있는 소스들이 있다. 예를 들어, European Water Framework Directive에 따른 유해물질 우선순위, OSPAR와 HELCOM(Baltic Marine Environment Protection Commission - Helsinki Commission)에서 제공하는 우선 조치가 필

요한 화학물질 리스트, Environment Canada의 Domestic Substance List, 미국 환경청(US EPA)의 Priority PBTs, 워싱턴주의 PBT list, Substitute It Now list(즉각 대체가 필요한 고위험우려물질 리스트, 국제화학물질사무국에서 만들어진 리스트), REACH의 허가 대상이 되어야한다고 주장하는 유럽노동조합연맹의 우선순위 리스트(European Trade Union Confederation priority list), 유럽위원회의 잠재적 내분비계교란 물질 리스트 등이 있다.[6)]

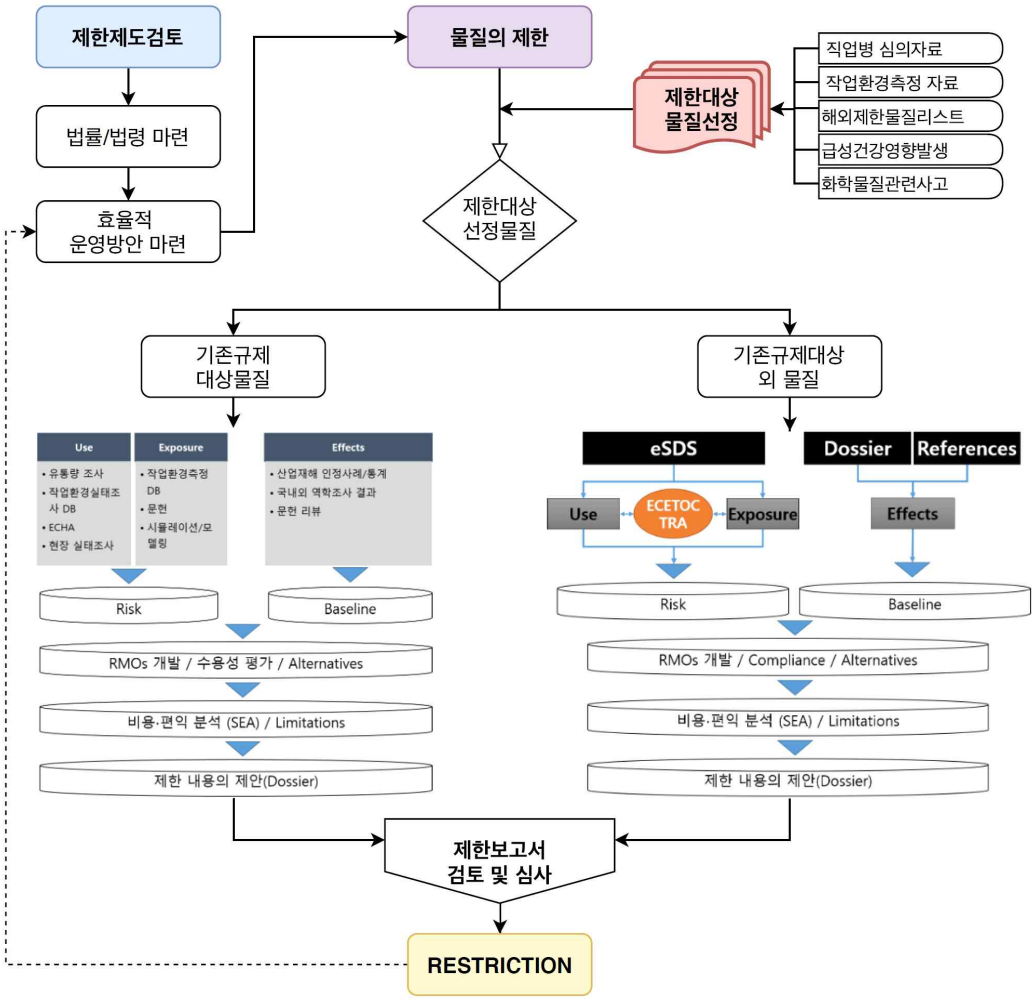
물질 및 제품의 용도와 노출 상황이 반영된 자료를 잘 구축할 수 있다면 위험성평가에 활용이 가능할 것이고 현재 수준에서 받아들이기 어려운 수준의 위험이 발생 가능한 것인지를 예측할 수 있을 것이다. 이에 따라 특정 용도에서의 제한이 필요한지 검토가 가능할 것이고 기술적으로는 이를 대체할 수 있는 대체재가 있는지가 추가적으로 검토되어야 할 것이다. 사회경제적으로도 특정 용도에서의 제한이 노동자의 건강을 지키는데 보탬이 될 수 있다면 제한의 당위성을 보강하는데 큰 도움이 될 것이다.

6) Nordic Council of Ministers, Final report from the NORAP Priority Setting Workshop. Sigtuna, Sweden, 2009.

II. 연구방법

1. 연구 내용 및 범위

전체 연구 내용 및 연구 방법에 대한 개요는 아래 그림과 같다. 우선 산안법 내 제한의 제도화를 위한 법률을 마련하는 것이 우선이다. 이에 따라 제안의 절차를 기초로 특정 물질의 용도와 노출 특성을 확인하고 현재 수준에서는 제어하기 어려운 위험이 발견되는지를 평가할 수 있는 기틀을 마련해야 한다. 이와 같은 정보원들이 체계적으로 갖춰질 수 있다면 유럽의 경우처럼 제한을 위한 제안보고서를 완성도 높게 작성할 수 있을 것이다. 최종적으로는 제한된 내용이 노동 현장에서 제대로 지켜지는지를 감독할 수 있어야 할 것이고 이 과정에서 제기되는 현실적인 어려움들은 제도 환경을 개선하는 데 활용되면서 선순환 되는 과정을 완성시킬 수 있을 것으로 전망된다.



[그림 Ⅱ-1] 전체 연구개요.

1) 산안법 내 제도화를 위한 법률 및 하위법령(안) 마련 및 산안법 내 제한제도의 효율적 운영방안 제시

노동환경건강연구소에서는 2018년에 수행된 '산업용 화학제품 관리를 위한 기반 구축 연구(노동환경건강연구소, 2018)'에서 산안법 내에 제한제도를 도입할 것을 제안한 바가 있다. 이미 유럽연합 REACH의 제한(Restriction) 규정이 성공적으로 실행되고 있고[7] 이 제도를 벤치마크 하여 환경부의 화평법이 제정되어 그 안에 제한 제도가 포함되어 있는 상황이다. 따라서 고용노동부에서 제한물질을 신설할 경우 이들의 선행 경험을 참고할 것을 제안하였다.

즉 화평법에서는 REACH의 제한 제도와 같이, '제한물질 또는 금지물질을 지정하려는 경우에는 해당 화학물질을 대체할 수 있는 물질 또는 신기술 등 대체 가능성 여부와 해당 화학물질의 용도로부터 발생하는 사회경제적 영향을 함께 고려하여야 한다.'고 규정하고 있다. 또한 '지정하려는 제한물질 또는 금지물질이 외국 정부나 국제기구 등에서 이미 규제하고 있거나 규제하기로 결정한 화학물질로서 위해성 등에 대한 충분한 자료가 존재하는 경우에는 사회경제성 분석서의 작성 또는 위해성평가의 실시를 생략할 수 있다.'고 규정함으로써 REACH에서의 fast track과 비슷한 제한 절차를 추가하고 있다. 물론, 해당 물질의 제조, 수입, 사용자의 의견수렴을 거치도록 해서 유럽의 제한 제도 절차와 거의 유사한 과정을 거치도록 하고 있다.

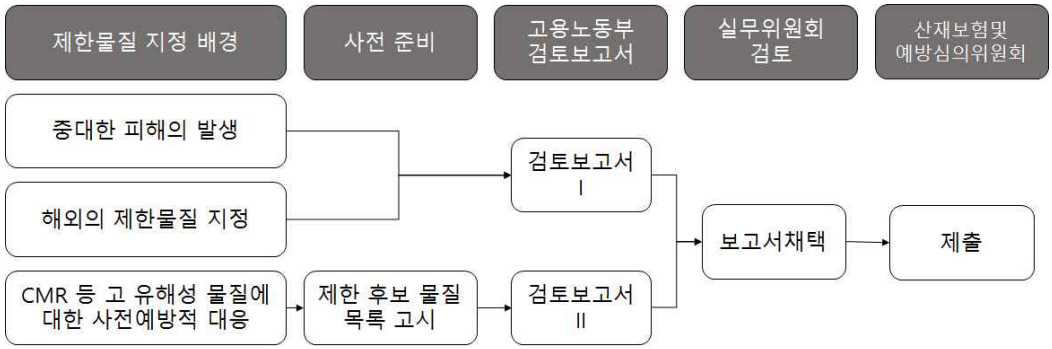
화평법에 제한 제도가 있음에도 불구하고 산안법에 별도의 제한 규정을 신설토록 제안하는 이유는 '산업용 화학제품 관리를 위한 유해물질 제한에 관한 연구(노동환경건강연구소, 2019)'에서 충분히 검토하였다. 요약하자면, 유럽의 제한제도가 현실 제도로써 작동하는 데는 상당한 시간이 소요되었다(약 8만 3천건의 등록 서류로 약 2만 개 물질 등록에만 10년 정도 소요). 환경부의 화평법이 물질 등록을 시작하고 있지만 유럽의 경우를 대비하면 앞으로도 상당한 재원과 시간이 소요될 것으로 전망된다. 또한 REACH는 노동자, 소비자, 환경 모두를 보호하는 법률로 정착되고 있지만, 환경부에서 제한하는 물질은 모두 환경이나 소비자 보호를 목적으로 하고 있어서 화평법은 노동자를 포괄하기에

7) European Chemical Agency, Cost and benefit assessments in the REACH restriction dossiers. Helsinki, Finland, 2016.

는 한계가 크다. 예를 들어, 기존에 환경부에서 제한하고 있는 물질이 12개에 이르고 있지만 대부분 환경과 일반소비자의 보호를 목적으로 하는 것에 제한되어 있다. 환경부가 고용노동부와 협력하기 위해서라도 산안법에 제한제도를 신설하여 협력의 법적 근거를 마련할 필요가 있다. 물론 산안법에도 제조 금지 및 허가제도를 별도로 갖고 있지만 2003년 이래로 추가로 지정된 사례가 없으며 현실의 화학물질 관리 현황을 제대로 반영하지 못하고 있는 한계가 분명하다. 따라서 고용노동부의 입법 취지를 살리기 위해서는 제조금지와 허가보다 유연한 제한제도의 도입이 필요하다.

이와 같은 상황을 반영하여 2018년의 기반구축 연구에서는 고용노동부가 제한 규정을 신설할 것을 제안하였다. 즉, '제124조(제조・사용이 제한되는 유해・위험물질) ① 누구든지 제121조 각호의 어느 하나의 기준에 해당하는 물질로서 대통령령으로 정하는 물질(이하 "제한대상물질")을 제조하거나 사용하는 자는 고용노동부 장관이 정한 용도로 사용할 수 없다.'는 내용의 제한 조치에 대한 법령을 제안하였다. 또한 시행령으로써 '제***조(제조・사용이 제한되는 유해・위험물질의 지정과 고시) ① 고용노동부장관은 법 제124조제1항에 따라 제한대상물질을 지정하려는 경우에는 해당 화학물질을 대체할 수 있는 물질 또는 신기술 등 대체 가능성 여부와 해당 화학물질의 용도로부터 발생하는 위험성과 사회경제적 영향을 함께 고려하여야 한다.'는 주문이 포함된 내용을 제안하였다. 마지막으로 '제한대상물질 사용 위반에 대한 조치' 조항까지 추가하여 고용노동부가 실제적인 감독기능을 수행할 수 있는 근거를 제안했다.

또한 2019년의 제한에 관한 연구에서는 유해물질의 제한을 위해 고용노동부가 자체 프로세스를 구성할 것을 제안하였다. 즉, '화학물질유해성평가실무위원회'가 실무적 검토를 선행하고 '산업재해보상보험및예방심의위원회'에서 최종 판단을 내리는 구조를 설계하였다. 물론 긴급한 판단이 필요한 fast track을 위해 2018년에 제안했던 시행령의 내용을 반영하여 사회경제성평가와 위해성평가가 생략된 빠른 검토과정을 진행할 수 있는 방안도 마련해 두었다.



[그림 Ⅱ-2] 한국적 제한물질 지정 절차(노동환경건강연구소, 2019).

2018년과 2019년에 걸쳐 제안된 바가 실제로 작동할 수 있는 법령으로 받아들여질 수 있는지는 다방면의 검토가 필요하다. 예를 들어, 산안법의 법률을 신설하게 되면 시행령과 시행규칙 뿐 아니라 규칙과 고시 및 예규 등까지 연속적으로 수정되어야 한다. 가장 중요한 것은 행정기구가 규칙을 정하고 실행하는 것에 대해 사회가 가질 수 있는 거부감을 최대한 낮출 수 있는 제도적 묘수를 찾아내는 것이라고 할 수 있다. 이처럼 법률의 개정은 쉽게 생각될 수 있는 문제가 아니므로 본 연구에서는 제한제도를 산안법 틀 내에 소화하는 방법을 우선 고민하고, 더불어 법을 개정하는 방식을 고민하였다.

본 연구진에서는 산안법 제도화를 위한 몇 가지 방안을 고려하였다. 첫 번째는 기존의 법체계를 제·개정하지 않고 금지물질의 리스트에 용도에 대한 제한을 포함하는 새로운 금지대상 물질을 추가하는 방안이다. 두 번째는 2018년의 연구에서처럼 산안법 내에 제한제도를 운영을 위한 새로운 법조항을 만드는 것이다. 산업안전보건법의 시행령 '제87조(제조 등이 금지되는 유해물질)'가 운영되고 있는 것처럼 제한이 필요한 유해물질의 지정에 관한 조항을 신설하는 방안이다. 환경부의 화평법에 의해 금지물질이 지정되고 있음에도 불구하고 고용노동부의 산안법에서 별도의 금지물질을 지정하고 있는 전례가 있으므로 산안

법 내에 제한물질을 별도로 설정하는 것도 가능할 것으로 판단되기 때문이다.

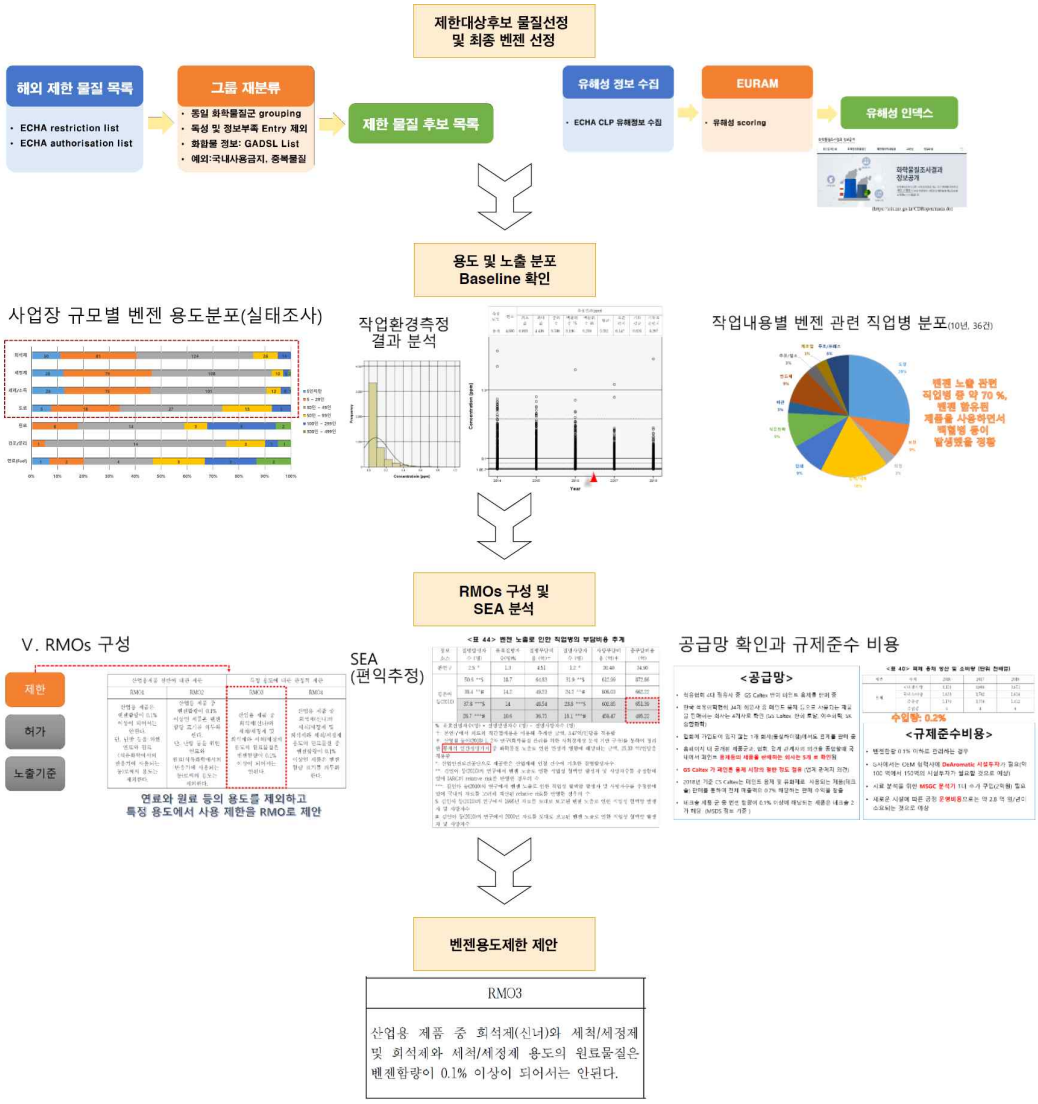
본 연구에서는 기 제안된 내용을 중심으로 다양한 외부 전문가들과 함께 현실 적용가능성을 중심으로 집중적인 논의를 수행했다. 예를 들어, REACH의 제한 제도에서 고려하고 있는 것처럼 제한 제도와 제한의 내용이 이룰 수 있는 효과성, 현실성(실행, 관리, 집행의 측면에서) 그리고 감독가능성 (monitorability) 이라는 키워드를 중심으로 제도적 유효성을 논의하였다. 그리고 제한 제도의 운영 방식에 따라 법제화의 과정과 실현에서의 장단점을 비교하였다.

2) 용도파악 공정별 노출특성을 포함한 위해성평가, 대체가능성 검토 등 제한 결정을 위한 국내 자료의 활용가능성 확인 및 대안 제시

(1) 제한 검토 대상 물질 리스트 확보 방안

노동환경건강연구소에서는 2019년 연구를 통해서 제한 검토가 필요한 물질 리스트를 만들고 그 중에서 가장 우선순위가 높은 벤젠을 대상으로 유럽의 제한을 위한 제안보고서와 같은 양식의 보고서를 작성하였다. 벤젠의 용도 제한 과정을 요약하면 아래 그림과 같다. 우선 국내외에서 제한 혹은 금지를 시키고 있는 물질리스트를 중심으로 제한이 고려되어야 할 필요성이 있는 물질 리스트를 만들고 국내 유통량과 유해성을 조합하여 제한 검토 필요성이 높은 물질들의 리스트를 작성하였다. 이 중에서 우선순위가 가장 높은 물질들 중에서 벤젠이 선정되었으며 벤젠의 국내 용도, 노출 분포, 그리고 직업병 발생 정도를 파악하였다. 특히, 희석제나 세척제 용도로 벤젠이 오염되어 있거나 함유되어 있는 제품을 사용하면서 백혈병과 같은 직업병이 다수 발생된다는 것을 알 수 있었다. 따라서 이와 같은 용도에 사용되는 물질에 벤젠오염이 되어 있거나 함유

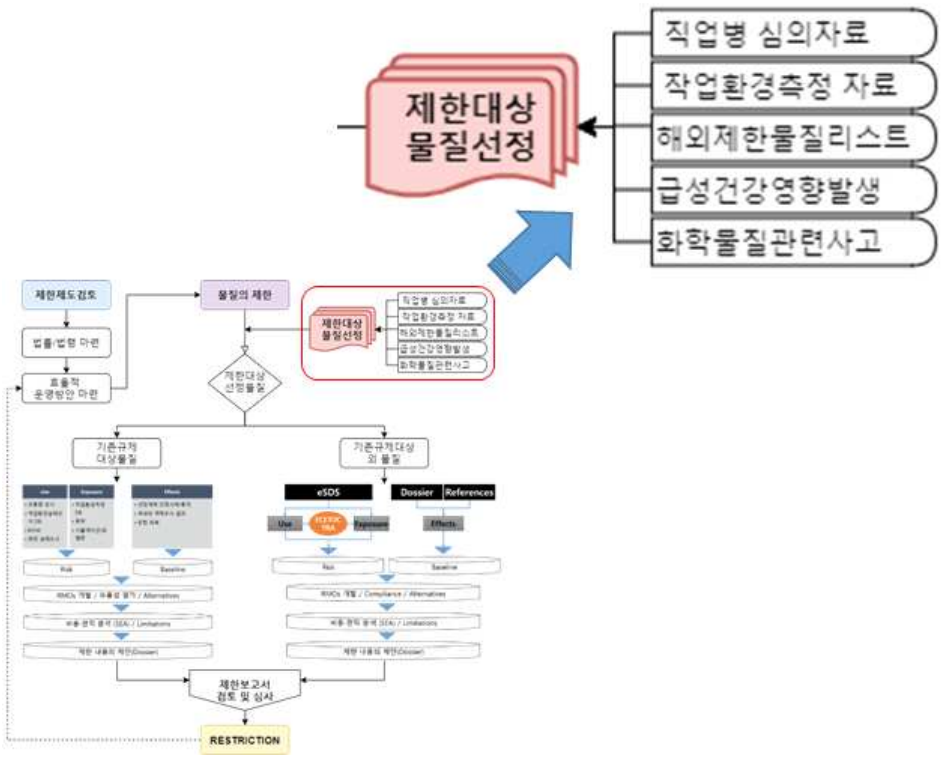
되어 있지 않도록 하는 (0.1 % 이하) 조건을 제안하였다. 제안 내용에 대해 산업계의 의견과 사회경제적 편익을 분석하여 이와 같은 제안이 수용될 수 있는 범위에 있다는 것을 확인하였다.



[그림 Ⅱ-3] 벤젠의 용도 제한을 위한 제안 과정(노동환경건강연구소, 2019).

국내에서 벤젠의 용도 제한과 같은 제안이 합리적으로 제안되기 우해서는 우선 제한의 검토가 필요한 리스트가 마련되어야 한다. 이후에는 용도 및 노출의 분포 그리고 현실적인 위험의 크기가 검토될 수 있어야 한다. 그리고 이에 근거하여 위험을 줄일 수 있는 방안(Risk management options; RMOs)이 비교되어야하고 마지막으로 산업계의 의견과 사회경제적 편익이 비교 검토되는 과정을 거쳐야 한다. 그래야만 받아들이기 어려운 수준의 위험을 줄이기 위한 제안이 사회적으로 받아들여질 수 있다.

우선, 첫 번째 과정, 즉, 제한이 필요하다고 여겨지는 물질들의 리스트를 만드는 것이 필요하다. 제한 제도 운영에 있어 첫 번째 관문이라고 할 수 있다.



[그림 Ⅱ-4] 제한대상 물질 선정 과정.

유럽의 경우에는 CoRAP 리스트가 먼저 만들어지고 매년 회원국들에게 위험을 평가할 물질들이 배분된다. 위험의 평가 결과 받아들이기 어려운 위험이 발견된다면 이를 관리하기 위한 조치로써 제한이나 허가 혹은 CLP (Classification, Labelling and Packaging Regulation)와 같은 법률의 적용이 필요한지 구체적인 분석과 문서작업이 이어진다.

우리나라의 경우에는 CoRAP을 만들거나 각 회원국들이 분담해서 위험을 평가하고 이후에 필요한 제도적 과정을 절차적으로 준비해 갈 수 있도록 되어 있지 않기 때문에 그런 제도적 환경이 만들어지기 전까지는 기존에 마련되어 있는 정보를 활용하는 것이 현실적인 대안일 것으로 판단된다. 따라서 기존 연구(노동환경건강연구소, 2019)에서 검토되었던 국내외의 금지, 허가 및 제한 대상 물질 리스트를 기본으로 해외의 행정기구들에서 검토하고 있는 유해 물질들 리스트를 참고하여 국내 상황에서 제한이 필요한 물질 리스트에 반영할 수 있는지를 검토하였다. 각 리스트에 해당물질이 반영된 이유를 검토하면 국내 적용 가능성을 평가하는 데 큰 도움이 될 것으로 전망된다.

<표 Ⅱ-1> 화학물질 노출로 인한 위험을 감지하기 위한 국내외 검토 대상 자료 유형들

자료유형	검토 내용
직업병 심의 자료	▪ 어떤 직업병이 다발하고 있는지 검토 ▪ 어떤 화학물질이 원인이 되고 있는지 검토 ex) 산재보상보험자료
작업환경측정 자료	▪ 어떤 화학물질이 노출기준 대비 위험한 수준까지 검출되고 있는지 검토 ▪ 어떤 산업 및 공정에서 노출 위험이 빈번하게 나타나고 있는지 검토 ▪ 유해성이 높은 물질들(Carcinogen, Mutagen, Reproductive toxicants)의 노출 분포 검토 ex: 산업안전보건공단 작업환경측정 DB
해외제한·금지·허가·우선순위물질 리스트	▪ 해외에서 제한, 금지, 허가, 유해 우선순위에 따라 관리대상으로 분류하고 있는 화학물질의 리스트 및 관리 근거자료들 검토 ex) REACH 등록자료 Nordic Product Registers 등록 자료 European Water Framework Directive에 따른 유해물질 우선순위 자료 OSPAR와 HELCOM(Baltic Marine Environment Protection Commission - Helsinki Commission)에서 제공하는 우선 조치가 필요한 화학물질 리스트, Environment Canada의 Domestic Substance List 미국 환경청(US EPA)의 Priority PBTs 워싱턴주의 PBT list, Substitute It Now list(즉각 대체가 필요한 고위험우려물질 리스트, 국제화학물질사무국에서 만들어진 리스트) REACH의 허가 대상이 되어야한다고 주장하는 유럽노동조합연맹의 우선순위 리스트(European Trade Union Confederation priority list) 유럽위원회의 잠재적 내분비계교란 물질 리스트 등
급성건강 이슈와 관련된 사고	▪ 노말헥산 중독 사고 혹은 메탄올 중독사고와 같이 특정 화학물질 노출로 인해 집단적으로 혹은 다발적으로 나타나는 사고
화학물질과 관련된 사고	▪ 특정 공정 혹은 특정 상황에서 심각한 건강영향을 일으키는 사고 ex) 화학물질 안전원 화학사고 자료,
기타	▪ 금지, 제한, 허가를 전제하는 국내외 리스트 ex) 노동환경건강연구소, 2019년 작성 리스트 참조

이 외에 직업병 심의자료, 작업환경측정기록, 급성건강영향으로 인한 사고 기록, 그리고 화학물질 사고 기록 등을 검토하여 특정 용도나 상황에서 받아들이기 어려운 위험이 나타나고 있는지를 검토하였다. 임종한 등(2001)은 우리나라에서 직업성 질환감시에 활용될 수 있는 자료로써 작업환경측정자료, 근로자 건강진단자료, 산업재해보험보상자료, 사망통계자료, 의료보험, 암등록자료, 의무기록 등이 체계적으로 정리되어 있어야 한다고 주장하고 있다.[8] 직업성질환의 감시체계를 위해 필요한 데이터 유형들이라고 정리한 것들이다. 국내에서 생산된 이런 자료들은 국내 상황을 가장 잘 반영하는 위험의 신호로써 의미 있게 활용될 수 있을 것이다.

이상의 자료에서 검토된 물질 리스트를 반영하여 국내 유통량과 유해성을 고려하여 최종 검토 물질 리스트를 만들었다. 2019년에 제안된 기존 검토리스트에 추가 물질리스트를 더해서 종합적인 검토 리스트를 작성하였다.

(2) 용도, 노출, 건강피해 확인

우선순위에 따라 제한이 검토되어야 하는 물질이 선정되었다면 실제로 받아들이기 어려운 수준의 위험이 존재하는지를 평가해야 한다. 이전 연구(노동환경건강연구소, 2019)에서 언급된 바와 같이 유럽 REACH의 제한 제도에서는 받아들이기 어려운 수준의 위험은 다음의 경우들에서 검토될 수 있다고 한다.

- 기존 노출 농도를 예측하는 데 사용되었던 모델링과 계산방식이 적합하지 않아 적합한 모델링을 적용할 경우 과소평가의 위험이 있는 경우
- 기존에 시행된 위험 저감 조치(risk management measures; RMMs)가 충분하지 않다는 증거가 있는 경우
- 제조자, 수입자, 그리고 하위 사용자에 의해 제출되는 화학물질 안전성 보

8) 임종한; 장성실; 김성아; 문재동; 채창호; 홍윤철; 김수영; 김진석; 김영욱; 한상환, 우리나라 지역 직업성질환 감시체계의 현황과 전망. *대한직업환경의학회지* **2001,** *13* (2), 101-115.

고서(chemical safety report; CSRs)에서 특정 용도에서의 활용 내용(activity)은 동일한데 그에 대한 RMM가 서로 다르게 권고되는 경우

- 제한을 위한 제안보고서가 제출된 이후 물질에 대한 평가 및 등록서류의 적격 심사(Substance evaluation or dossier compliance check)과정에서 예상되는 위험이 적절하게 관리되지 못할 것이라고 판단되는 경우

- 물질에 대한 정보가 업데이트되면서 물질이 미칠 수 있는 영향에 관한 정보와 해석에 있어서 변화가 있는 경우

- 복합적 인체 노출(multiple human exposure, 예: 공기, 음용, 음식 섭취, 제품 취급 등에서 동시 다발 노출)로 인해 발생될 수 있는 예측되는 위험의 총합이 받아들이기 어려울 정도로 높을 경우 (unacceptable risk)

- 특히, 다른 법률에 의해서 집행되는 행정적 조치와 그것에 대한 모니터링 결과, 법률에 따라 보호하려고 하는 대상 집단에 대한 조치(예, 환경 기준, 배출 기준, 혹은 작업환경기준)가 예상되는 위험을 제대로 관리하지 못하고 있으며 관련된 기준을 강화하더라도 법률이 달성하고자 했던 원래 목적에 이르기 어렵다는 것이 예상될 경우 제한을 위한 제안 절차가 시작될 수 있다. 즉, 이와 같은 조건들이 제한 절차의 trigger로써 기능하게 된다.

대부분의 경우 등록된 자료가 어떻게 준비되었는지, 정확한 모델링이나 기법에 의해 작성되었는지, 최신의 정보가 반영되어 있는지, 그리고 요구하고 있는 요건들을 모두 만족하고 부족한 정보가 없는지 등을 검토하는 과정에서 발견될 수 있는 위험들이라는 것을 알 수 있다. 즉, 등록 자료가 기반이 되는 검토과정이라는 것이다. 그에 더해서 복합 노출에서 나타날 수 있는 상승 혹은 상가적인 독성을 고려해야 하는 경우와 기존 제도가 위험을 관리하기에는 역부족이라는 판단이 제한의 필요성을 고려하게 하는 기준이 되고 있다는 것을 알 수 있다.

우리나라의 경우는, 유럽의 제도 환경과 다르기 때문에 상기한 과정을 통해서 제한이 필요할 정도의 위험이 발생하고 있다는 것을 감지하기 어렵다. 왜냐

하면 물질에 대한 자료가 본격적으로 등록되고 검토되는 과정이 아직은 제대로 자리 잡히지 않았기 때문이다.

특정 물질에 의한 위험을 감지하기 위해서는 해당물질이 어떤 용도로 사용되고 있는지와 노동현장에서 어떻게 노출되고 있는지가 파악되어야 한다. 그리고 실제로 직업병의 피해가 발생하고 있는지 혹은 추정되는 직업병의 규모가 어느 정도인지 예측될 수 있어야 한다.

제한의 검토에 적절하게 활용될 수 있는 이와 같은 자료 형태가 확보될 수 있는지는 대상 물질이 어떤 것이냐에 따라 달라질 것으로 전망된다. 예를 들어, 작업환경측정 및 작업환경실태조사 그리고 건강검진과 같은 기존 제도의 대상이 되는 물질들이라면 관련된 데이터 확보가 어느 정도 가능할 것이다. 그리고 직업병 심의 혹은 인정 자료들에서도 관련된 자료들 확보가 상대적으로 더 가능할 것으로 기대된다. 그러나 기존 제도에서 대상이 되지 않았던 물질들은 국내의 사용용도나 노출 실태를 파악할 수 있는 자료를 확보하기가 현실적으로 매우 어려울 수밖에 없다. 결국, 어떤 물질이냐에 따라서 자료 확보의 용이성과 유용한 자료의 형태가 달라질 것이라고 예측된다.

예를 들어, 벤젠의 경우 환경부의 국내 유통량조사 자료와 고용노동부의 작업환경실태조사 자료를 활용해 국내 유통실태와 산업별 사용용도를 확인할 수 있었다. 그리고 작업환경측정기록과 기존 문헌을 토대로 산업별 노출 분포를 확인할 수 있었다. 또한 직업병 심의자료를 토대로 벤젠 노출로 인한 직업병 유형과 실태를 파악할 수 있었다. 이처럼 용도, 노출, 그리고 직업병 실태에 대한 자료를 어느 정도 확보할 수 있었던 것은 벤젠이 백혈병을 일으키는 발암물질로써 그동안 산업보건의 측면에서 매우 큰 관심의 대상이 되었던 물질이었기 때문이다.

그러나 다른 물질들이 제한 검토 대상 물질로 선정될 경우 벤젠과 같은 수준의 데이터를 확보할 수 있을지는 불분명할 뿐만 아니라 양질의 데이터를 확

보하기 어렵다는 전망이 우세하다. 왜냐하면 벤젠처럼 관심이 높은 물질이 아닐 경우 작업환경 측정 데이터 이외에 문헌을 통해 노출 분포를 확인할 수 있는 자료가 부족할 것이기 때문이다. 또한 기존의 작업환경측정 데이터를 분석한 결과 기존 문헌에서 보고하고 있는 각 산업별 노출수준과 작업환경측정 결과 사이에 큰 차이가 있어서 작업환경 측정 기록을 노출 분포를 확인하기 위한 자료로 그대로 활용하는 것에 한계가 있다고 판단되기 때문이다. 현실적으로도 사업주가 작업환경 측정의 법적 주체로써 측정비용을 지불하기 때문에 제출된 작업환경측정 결과에서 사업주의 영향이 완전히 배제되기는 어렵기 때문이다.

그리고 직업병으로 집계되는 정보가 턱없이 부족할 가능성이 매우 높다. 벤젠의 경우는 오래전부터 잘 알려진 발암물질이기도 하고 사회적 관심도 높았던 물질이기 때문에 다양한 국내외의 연구에서 벤젠에 의한 건강영향이 잘 보고되고 있었다. 그러나 벤젠에 비해 상대적으로 잘 알려져 있지 않거나 사회적 관심이 덜한 물질들의 경우에는 그것으로 인한 건강영향을 보고한 문헌들을 접하기 어려울 뿐만 아니라 직업병 심의 단계까지 이르도록 건강영향이 검토된 경우가 드물 것이기 때문에 관련된 자료를 얻기는 현실적으로 어려울 것으로 전망된다.

심지어 작업환경측정 대상이나 건감검진 대상 물질이 아닌 경우에는 관련 자료 자체가 없을 것이므로 해당 물질이 제한을 검토해야 하는 물질로 선정되더라도 그것이 어디에 주로 사용되고 있는지, 어떤 노출 위험이 있는지, 관련 노출로 인해 직업병이 발생되고 있는지를 파악하기 어려운 현실적 한계가 분명하다. 이 경우는 유럽의 REACH처럼 ECHA에 대다수의 화학물질들이 등록되어 있고 그렇게 등록된 화학물질의 등록자료를 검토할 수 있어야 가능하다. 따라서 제도권에서 관리하는 데이터 이외의 소스에서 정보를 찾을 수밖에 없다. 국내외 문헌이나 유럽 등의 등록 자료 등을 참고할 수밖에 없을 것으로 예측된다. 본 연구에서는 국내 자료가 제한의 필요성을 제기하는 데 활용할 수 있는 데이터로써 적합한 형태인지를 먼저 검토하였다.

국내 자료가 어떤 형태의 구조를 갖추어야 제한의 필요성을 파악하는 데 제대로 활용될 수 있는지를 검토하기 위해 해외의 사례를 참고하였다. 대표적으로는 REACH의 extended Safety Data Sheet와 북유럽의 Nordic Product Registers를 고찰하였다. 참고하고자 하는 자료들에서 용도 분류가 어떻게 이루어지는지와 노출 및 위험 평가는 어떻게 이루어지는지 등을 중점적으로 검토하였다. 특히, 노출 평가의 경우는 실측 자료가 없을 경우 수행하고 있는 모델링을 활용한 위험평가 방식도 함께 검토하였다.

(3) 이해당사자의 의견 개진

특정 물질에 노출되었을 경우 기존의 제도로는 예측되는 위험을 관리하기 어렵다고 판단될 경우 제한 조치를 고려할 수 있다. 산업계에서는 제한 조치가 금지나 허가에 비해 비교적 신속하게 진행될 수 있는 절차적 특성이 있어 다른 조치들에 비해 선호하는 경향이 있다. 또한 특별한 경우만 허가하는 제도와는 달리 특정 용도에 대한 조건만 엄격하게 지킨다면 제한 대상 물질을 사용할 수 있는 환경이 조성된다는 측면이 있어 산업계에서도 좀 더 수용적인 태도를 갖고 있는 것이 사실이다. 그럼에도 불구하고 특정 용도의 제한은 불가피하게 산업계의 생산 및 사용 환경에 일정 변화를 가져올 것임으로 그들의 의견을 제도 변화에 반영하는 것은 매우 중요하다. 이런 이유로 인해 유럽의 제한제도에서도 이해당사자와 외부의 의견이 제한 내용에 대해 개진될 수 있도록 하고 있으며 이것이 제한 절차 내에 보장되어 있다.

본 연구에서는 제한이 고려되어야 하는 물질이 선정되고 특정 용도에서 제한이 필요하다는 판단이 도출되면 그에 영향을 받을 수 있는 산업계 이해 당사자들 혹은 그에 맞는 관련 협회를 찾아 회원들을 대상으로 하는 설문조사 혹은 포커스 그룹인터뷰(focus group interview) 등의 방식을 통해 그들의 의견과 이

해가 제도 변화에 반영될 수 있도록 했다. 그럼에도 불구하고 코로나 19의 영향으로 인해 대면 인터뷰를 진행하는 것은 현실적으로 어려워서 온/오프라인을 활용한 설문조사로 산업계의 의견을 수렴했다.

산업계의 의견은 사회경제성 평가에도 활용하였다. 제한 내용이 적용될 경우 생산 및 사용 환경에서 변화가 발생할 것이고 이것은 비용의 문제와 직결될 것이기 때문이다. 이해당사자의 의견개진에 대한 내용은 제한이 필요한 물질에 대한 제안보고서에 반영하였다.

(4) 사회경제성 평가

사회경제성 평가에서 가장 중요한 것은 비용을 정확하게 산출하는 것이다. 특정 제한을 통해 얻어지는 효과의 크기가 얼마이고 그와 같은 제한을 수용하는데 소요되는 경제적인 비용은 어느 정도인지를 정확히 평가해야 정책에 활용될 수 있는 합리적인 제안으로서 의미를 갖게 되기 때문이다.

관리하기 어려운 위험을 유발할 것이라고 예측되는 물질의 용도를 특정하게 제한하게 되면 건강영향을 예방할 수 있는 효과가 발생할 것이다. 이를 위해서는 현재 관리 수준에서 어느 정도의 건강피해가 발생하고 있는지, 즉, Baseline을 추정하는 것이 필요한데 우선, 산재보상보험 자료를 통해 대상 물질 노출로 인해 나타난 질병의 비용을 계산하였다.

제한 제도를 적용하면서 발생할 수 있는 비용을 추계함에 있어서 예상되는 비용발생 항목들은 제한의 내용과 범위에 따라서 결정될 수 있다. 따라서 특정 물질에 대해서 도출되는 제한의 내용에 따라서 발생할 수 있는 비용과 관련된 항목들이 잘 파악될 수 있도록 이해당사자들의 의견을 반영하여 예상 비용을 추계하였다. 각각의 경로를 통해서 얻어진 자료를 기초로 비용과 건강효과 각각을 추계하였고 이를 비교해서 비용/편익 분석을 실시하였다. 사회경제성 평

가는 제한이 필요한 물질에 대한 제안보고서에 반영하였다.

3) 제한이 필요한 물질에 대한 제한 물질 검토보고서 마련

(1) 제한 검토 대상 물질의 선정

앞서 설명한 바와 같이, 향후 제한 제도에서는 제한을 검토해야 하는 물질 리스트를 먼저 만드는 것이 필요할 것이다. 노동환경건강연구소에서는 2019년 연구를 통해 OECD에서 정리한 63개의 Regulation and Restriction 자료 중에서 산업용 제한과 관련된 15개 리스트(4,580종 물질)를 검토한 후 국내 유통량과 유해성을 기준으로 아래와 같은 제한 검토 대상 물질을 선정한 바가 있다.

<표 Ⅱ-2> 국내 제한 검토 대상 물질 리스트(노동환경건강연구소, 2019)

물질 및 물질군		연간 사용·판매량 합계 (톤/년, ㎥/년)	최댓값			
			발암성	유전독성	생식독성	인체영향점수
우선검토대상물질 (11종)	Benzene	890,026.40	10	10	0	10
	Biocidal coatings / biocidal additives (Entry 31 Creosote)	527,350.40	10	10	10	10
	Chlorinated hydrocarbons, selected (Dichloromethane)	76,505.20	10	10	0	10
	Pyrrolidones, selected(1-methyl-2-pyrrolidone)	60,906.40	0	10	0	10
	Chloroethene	35,089.25	10	0	0	10
	Acrylamide	28,963.45	10	10	9	10
	Chromium(VI)-salts, all members	22,999.60	10	10	10	10

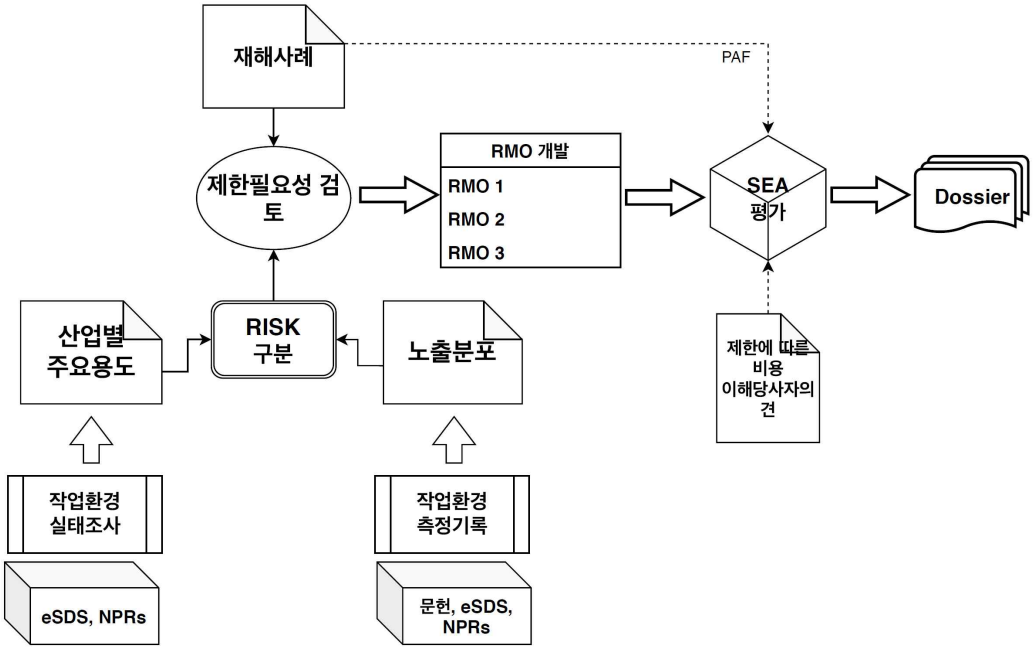
물질 및 물질군		연간 사용·판매량 합계 (톤/년, ㎥/년)	최댓값			
			발암성	유전독성	생식독성	인체영향점수
	Cadmium and its compounds, all members	11,897.85	10	10	9	10
	Arsenic and its compounds, all members	1,548.70	10	0	10	10
	Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH; PCAH) in polymers, selected	70,189.25	9	0	0	9
	Ozone depleting halogenated Hydrocarbons and Carbons, all members(**Hexachloroethane**)	1,383.65	9	9	0	9
차선검토대상물질(12종)	Lead and its compounds, all members	224,276.85	0	0	10	10
	Phthalates,	175,588.65	0	0	10	10
	1,3-Butadiene	119,378.65	10	10	0	10
	Formaldehyde	109,714.70	10	9	0	10
	Ethylene oxide; oxirane	100,215.05	10	10	0	10
	Nickel and its compounds, all members	100,181.35	10	9	10	10
	Dimethylformamide (N,N-Dimethylformamide)	86,286.60	0	10	0	10
	Acrylonitrile	86,103.85	10	0	0	10
	Toluene	401,728.95	0	0	9	9
	Styrene	287,737.75	0	0	9	9
	Isocyanates (Methylenediphenyl diisocyanate, MDI))	148,597.45	9	0	0	9
	Phenol	108,668.20	0	9	0	9

2019년 연구를 통해 우선순위가 가장 높은 벤젠에 대해 제한을 제안하는 보고서를 작성하였다. 벤젠 다음으로 우선순위가 높은 물질은 Creosote와 Chlorinated hydrocarbons (Dichloromethane)이다. Creosote의 경우 나무를 처리하기 위한 용도로 만들어진 물질 혹은 혼합물을 판매하거나 사용해서는 안 된다는 제한 조건을 갖고 있다. 따라서 환경이나 사람에게 노출될 가능성이 매우 낮은 물질이다.

본 연구에서는 벤젠과 Creosote 다음으로 우선순위가 높은 디클로로메탄을 대상으로 제한이 필요한 지를 평가하였다.

(2) 물질 검토보고서 마련

아래 그림은 앞서 언급되었던 제한의 제안 과정을 요약한 것이다. 제한의 검토가 필요한 물질이 선정되면 아래에 요약된 절차를 거쳐 제안보고서를 작성하였다. 제한 물질 리스트 중에서 우선순위가 높은 물질(디클로로메탄) 한 가지에 대해서 제한을 위한 제안 보고서를 작성하였다.



[그림 Ⅱ-5] 제한 검토 물질에 대한 제안보고서 작성 과정.

III. 연구결과

1. 산안법 내 제도화를 위한 법률 및 하위법령(안) 마련 및 산안법 내 제한제도의 효율적 운영방안

본 연구에서는 연구진의 내부 논의와 검토를 통해 제한 제도의 산안법 내 제도화를 위한 다양한 방안을 구상하고 검토하였다. 우선, 제한 제도와 가장 유사한 성격을 갖고 있는 물질의 제조 및 사용을 금지시키는 산안법의 금지 조항(제117조(유해・위험물질의 제조 등 금지))의 내용을 검토하면서 산안법 내 제한 제도를 구축할 수 있는 방안을 모색하였다.

1) 산안법 내 금지물질 목록 검토

산안법에 따른 현행 금지대상 물질 목록은 아래 표와 같다. 대부분 제조 등이 금지되는 개별물질로써 지정되어 있지만 일부 물질의 경우에는 모든 용도에서의 금지보다는 특정 용도에서의 금지를 대상으로 하고 있다. 예를 들어, 백연(CAS No. 1319-46-6)의 경우에는 페인트에 함유된 비율이 2 % 이상일 경우에 금지되고 있고, 벤젠(CAS No. 71-43-2)의 경우 고무풀에 5 % 이상 함유된 경우에 금지되고 있다. 또한 황린(CAS No. 12185-10-3)의 경우는 성냥에 사용될 경우에 금지되고 있다. 이처럼 금지물질로 지정된 경우에도 마치 제한의 적용처럼 특정 용도에서의 사용(법에서는 제조 등의 금지)을 금지하는 내용을 담고 있는 선례가 있기 때문에 개별 물질로써 모든 용도에 대해 제조 등이 금지

되는 것 이외에도 특정 용도에 대한 제조의 금지를 적용하는 물질의 등재가 가능할 것으로 판단된다.

<표 Ⅲ-1> 산업안전보건법 시행령에서 지정된 금지물질의 목록

제87조(제조 등이 금지되는 유해물질) 법 제117조 제1항에서 "대통령령으로 정하는 물질"이란 다음 각 호의 물질을 말한다.
1. β-나프틸아민[91-59-8]과 그 염(β-Naphthylamine and its salts)
2. 4-니트로디페닐[92-93-3]과 그 염(4-Nitrodiphenyl and its salts)
3. 백연[1319-46-6]을 함유한 페인트(함유된 중량의 비율이 2퍼센트 이하인 것은 제외한다)
4. 벤젠[71-43-2]을 함유하는 고무풀(함유된 중량의 비율이 5퍼센트 이하인 것은 제외한다)
5. 석면(Asbestos; 1332-21-4 등)
6. 폴리클로리네이티드 터페닐(Polychlorinated terphenyls; 61788-33-8 등)
7. 황린(黃燐)[12185-10-3] 성냥(Yellow phosphorus match)
8. 제1호, 제2호, 제5호 또는 제6호에 해당하는 물질을 함유한 혼합물(함유된 중량의 비율이 1퍼센트 이하인 것은 제외한다)
9. 「화학물질관리법」 제2조 제5호에 따른 금지물질(같은 법 제3조제1항제1호부터 제12호까지의 규정에 해당하는 화학물질은 제외한다)
10. 그 밖에 보건상 해로운 물질로서 산업재해보상보험및예방심의위원회의 심의를 거쳐 고용노동부장관이 정하는 유해물질

우리나라의 금지물질 목록과 유사한 일본의 금지물질 목록 지정 사례를 살펴보면 금지의 유형 중에서 특정용도의 제한이 가능한지의 여부를 좀 더 확실하게 확인할 수 있을 것으로 판단된다. 이를 위해 일본의 노동안전위생법에서 정한 「제조 등의 금지」 규정에 대한 제정 배경을 살펴보았다.[9)]

화학 물질은 인체에 유해한 것이 많고, 생산 및 취급 과정에서 작업자가 노출되어 악성 종양이 발생하거나 중독 등을 일으킬 수 있다. 따라서 일본에서는 화학 물질의 유해 정도에 따라 노동안전위생법으로 그에 따른 규제가 이루어지

9) 독립행정법인 노동자건강안전기구 에히메 산업보건종합지원센터 化学ｲ質"ｱ法規制-4 製造等"ｱ禁止 (화학 물질의 규제 – 4 제조 등의 금지). https://ehimes.johas.go.jp/wp/topics/858/ (accessed May 29).

고 있다. 그 중에서 가장 엄격한 규제가 「제조 등의 금지」이다. 아래 표는 제조 등의 금지를 규정하는 일본의 노동안전위생법 시행령 원문이다.

<표 Ⅲ－2> 일본의 노동안전위생법 시행령 제16조(제조 등이 금지되는 유해물질) (시행일: 2019. 06. 05)

（製造等が禁止される有害物等）
第十六条　法第五十五条の政令で定める物は、次のとおりとする。
一　黄りんマツチ
二　ベンジジン及びその塩
三　四―アミノジフエニル及びその塩
四　石綿（次に掲げる物で厚生労働省令で定めるものを除く。）
イ　石綿の分析のための試料の用に供される石綿
ロ　石綿の使用状況の調査に関する知識又は技能の習得のための教育の用に供される石綿
ハ　イ又はロに掲げる物の原料又は材料として使用される石綿
五　四―ニトロジフエニル及びその塩
六　ビス（クロロメチル）エーテル
七　ベーターナフチルアミン及びその塩
八　ベンゼンを含有するゴムのりで、その含有するベンゼンの容量が当該ゴムのりの溶剤（希釈剤を含む。）の五パーセントを超えるもの
九　第二号、第三号若しくは第五号から第七号までに掲げる物をその重量の一パーセントを超えて含有し、又は第四号に掲げる物をその重量の〇・一パーセントを超えて含有する製剤その他の物

구체적으로 일본에서 제조 등이 금지되는 유해물질을 나열하면 아래 표와 같다. 즉, 제16조(제조 등이 금지되는 유해물질) 법 제55조의 정령으로 정하는 물질은 다음과 같다.

<표 Ⅲ－3> 일본에서 제조 등이 금지되는 유해물질의 종류

원문 물질명	CAS No	영문	금지년도
1. 황린 성냥	12185-10-3	Yellow phosphorus match	1972(1921)*
2. 벤지딘과 그 염	92-87-5	Benzidine IUPAC(4,4'-Diaminobiphenyl)	1972
3. 4-아미노비페닐과 그 염	92-67-1	4-Aminobiphenyl	1972
4. 석면(다음에 열거하는 물질로 후생노동성령으로 정하는 것을 제외)	1332-21-4	Asbestos	2006
a. 석면 분석을 위한 사료로 사용되는 석면 b. 석면 사용상황 조사에 관한 지식 또는 기능 습득을 위한 교육에 사용되는 석면 c. a 또는 b에 열거한 물질의 원료 또는 재료로 사용되는 석면			
5. 4-니트로디페닐과 그 염	92-93-3	4-Nitrobiphenyl	1972
6. 비스(클로로메틸)에테르	542-88-1	Bis(chloromethyl) ether	1972
7. β-나프틸아민과 그 염	91-59-8	β-Naphthylamine	1972
8. 벤젠을 함유하는 고무풀. 그 함유된 벤젠 용량이 해당 고무풀 용제(희석제를 포함함)의 5%를 초과하는 것	71-43-2	benzene	1959
9. 제2호, 제3호 혹은 제5호에서 제7호까지 열거하는 물질을 그 중량의 1%를 초과하여 함유하고, 또는 제4호에 열거하는 것을 그 중량의 0.1%를 초과하여 함유하는 제제 기타 물질			

- *1921년 4월 1일 법률61호 황린 성냥 제조금지법
- 1959년 11월, 노동성, “벤젠중독 예방 지침” 발표
- 1960년 유기용제중독 예방규칙 공포
- 1971년 특정화학물질 등 장해예방규칙 공포
- 1972년 노동안전위생법 공포.

일본의 노동안전위생법에 의해 제조 등이 금지되는 유해물질 목록의 제정

배경을 검토해 보면 우리나라 산안법에서 적용하고 있는 금지물질 목록의 성격을 이해할 수 있을 것이다. 일본에서 금지하고 있는 물질 목록 일부에는 제한의 성격이 반영된 물질들이 있다. 이들 물질의 금지물질 선정 과정의 검토를 통해 국내 산안법 내에 제한의 성격을 반영한 금지 물질 목록의 제정 가능성을 타진할 수 있을 것으로 판단하였다.

2) 일본 노동안전위생법 내 금지물질 목록 제정 배경

일본의 노동안전위생법 내에서 제조 등이 금지된 물질들은 방광, 혈액, 폐 등에 암을 발생시키는 등 심각한 건강 장해가 유발되는 것이 분명하지만 그것을 방지할 충분한 방법이 없기 때문에 제조 등 (수입 · 양도 · 제공 · 사용)이 금지된 물질의 목록에 반영되어 있다. 좀 더 구체적으로는 물질별로 아래와 같은 건강 장애의 사례가 보고되어 사용이 금지되었다고 한다.

<표 Ⅲ-4> 일본에서 제조 등이 금지된 물질이 등록된 배경

물질명	과거 질병 유발 사례
▪ 황린성냥	제조 과정에서 작업자에게 뼈괴사 등의 만성 인 중독 발생
▪ 벤지딘 ▪ 베타-나프틸아민 ▪ 4- 아미노디페닐 ▪ 4- 니토로디페닐 등의 염료 중간체	방광암 급성 방광염 증상 등 발생
▪ 석면 ▪ 비스(클로로 메틸) 에테르	호흡기 악성 종양 (폐암) 등 발생
▪ 벤젠을 함유하는 고무 접착제	샌들(Hep sandal)을 생산하는 가내 공업 노동자들에게 조혈 장기에 영향을 미쳐 악성 빈혈 및 중추 신경 중독 등 발생

특히 황린과 벤젠의 경우는 각각 성냥과 접착제에 사용하지 못하는 등 내용상 제한의 성격을 갖고 있는 금지물질들이다. 일본에서 이 두 가지 물질이 금지물질로 등록된 과정을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 황린 성냥의 금지물질 제정 배경

우선, 황린 성냥의 제조 금지 관련 법 제정 과정을 살펴보면 그 이면에 상당히 오래된 역사적 배경이 있다는 것을 알 수 있다. Miura(1985)[10]의 연구에 따르면 황린 노출에 의한 건강 영향 즉, 뼈의 괴사 증상은 1845년에 처음 소개되었다. 일본 내무성에서는 1885년에 황린 성냥 제조 금지 지침을 만들지만 황린 성냥에 대한 수요가 중국에서 급증하는 바람에 1890년에 금지조치를 해제하게 된다. 그러나 일본의 황린 성냥 제조 공장에서 황린중독이 집단적으로 발생하면서 1921년에 황린성냥금지법을 제정하기에 이른다. 비록 황린성냥을 제조하는 것이 매우 빠른 시기에 금지되었지만 황린의 제조 및 관련 제품의 제조가 계속되면서 인산 및 인산 비료를 만드는 공장의 노동자들 중 일부에게서 황린 노출로 인한 괴사가 나타나기도 했다. 이렇듯, 일본에서는 성냥을 만들면서 사용되는 황린에 노출되어 다수의 노동자들에게 뼈의 괴사가 나타나게 되었고 이를 예방하기 위한 목적을 달성하기 위해 황린 성냥 제조를 금지시키게 되었다.

10) Miura, T., Occupational health history of yellow phosphorus intoxication in Japan. *Journal of Science of Labour* **1985,** *61* (5), 221-233.

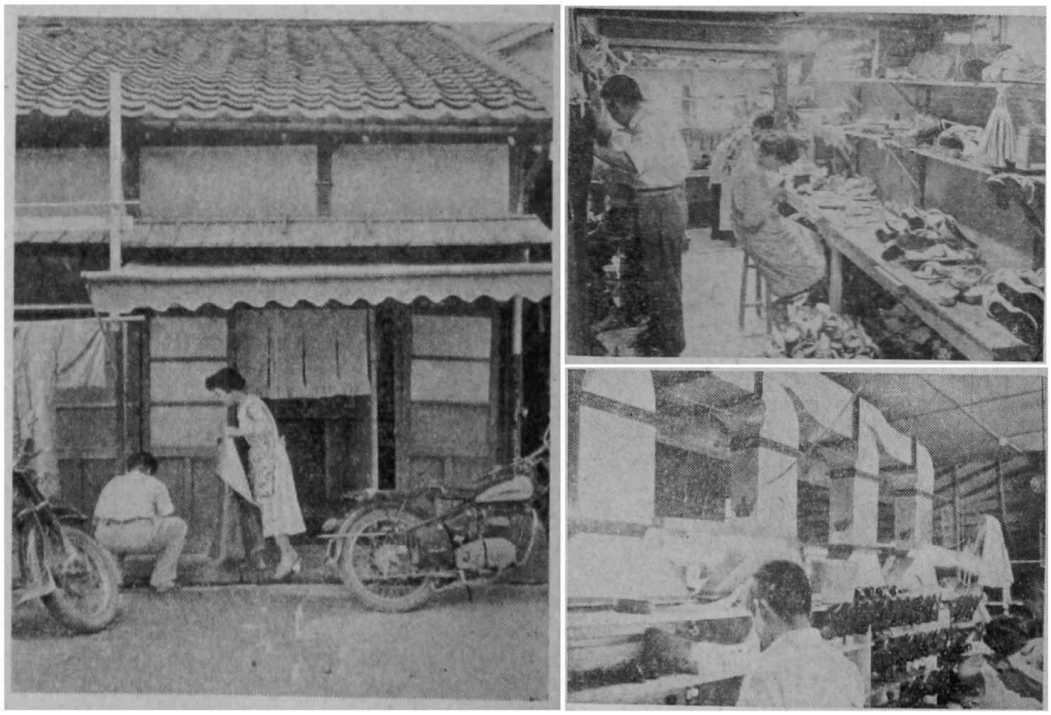
<표 Ⅲ-5> 일본에서의 황린 성냥의 제조 금지 관련 법의 제정 과정(Miura, 1984)

연도	제정 배경 및 법제정 내용
1845	인 괴사 최초 보고. Lorinser F.W. (빈)
1856	뉴욕에서 환자 9명 보고
1885	내무성, 황린 성냥 제조금지 지침
1890	농상무성, 중국 북부에서 황린 성냥 사용이 많아서 제조금지 해제를 요청. ”황린 성냥 제조 단속 규칙”. 제조금지를 해제.
1903	일본 사례 보고. 남성(49세). 황린공장에서 인중독에 의한 악골(턱뼈)골저.
1906	베른협약. 성냥제조에서 황린 사용 금지.
1917	일본 Koinuma, 성냥공장 조사에서 108명 황린중독자 발견.
1921	일본 황린성냥금지법 공포
1954	일본 노동과학연구소. 인산 및 인산비료 제조공장에서 황린을 취급하는 작업자 202명 건강검진. 1925년 ~ 1955년 사이에 10명의 황린 괴사 환자 발생.

(2) 벤젠을 함유한 고무풀(5% 이상)의 금지물질 제정 배경

5 % 이상의 벤젠을 함유한 고무풀의 제조 금지에 대한 역사적인 배경은 하라 이치로(오사카부립 노동과학연구소원, 1960)[11]의 보고에서 찾아볼 수 있다. 비닐 신발이 시장에 나온 것은 1950년대였는데 1954년 제작된 영화 〈Sabrina〉에서 Audrey Hepburn이 신고 있었던 신발이 유행이 되었다. 일본에서는 이것을 ”Hepburn sandals”(헵 샌들, Hep sandal)이라는 명칭으로 생산이 되었다. 50년대 후반에 제작되는 비닐신발은 압착방식을 적용하여 생산하게 된다. 이 방식에서 용제를 휘발해야 하지만 불행히도 가장 독성이 강한 벤젠이 사용되었다고 한다.

11) 原一郎, 大阪におけるビニル履物製造作業者のベンゼン中毒問題. *生活衛生* **1960,** *4* (1), 28-34.



[그림 Ⅲ－1] 1950년대 일본 내 신발제작 작업장의 모습(좌: M화학 공업소, 우상: M화학 공업소 내 작업장 모습, 우하: 환기장치 모습) (이치로, 1960).

오사카 이쿠노구에서 고무신발조합에 소속된 다수의 영세 동업자를 대상으로 한 실태조사 결과 약 200명 중 80%에 해당하는 노동자들에게서 빈혈과 백혈구 감소가 나타났다. 이에 개선 지도로써 ① 고무풀 용제를 벤젠에서 톨루엔으로 전환, ② 환기장치 설치, ③ 건강검진 지속 등이 내려졌다. 오사카에 이어 도쿄에서도 같은 문제가 발견되어 결과적으로 벤젠 함유 고무풀 제조 사용금지, 유기용제중독 예방규칙 제정, 그리고 가내노동법 제정 등이 이루어졌다.

아래 표는 벤젠이 함유된 고무풀의 제조 금지를 제정하게 된 배경을 시대순으로 요약한 것이다. 표에서도 알 수 있듯이, 짧은 기간 내에 다수의 노동자

들이 벤젠에 중독되어 심지어 사망에 이르는 경우가 종종 발생되고 있었고 이를 예방하기 위해 시설 개선 등의 명령이 내려졌으나 충분한 예방효과가 나타나지 않았다. 고무풀에 함유된 벤젠에 노출되어 사망에 이르는 사고는 계속 이어지고 있었고 이와 같은 건강피해를 궁극적으로 제어하기 위해 벤젠이 함유된 고무풀의 제조 금지를 법률로써 정하게 된 것이다.

<표 Ⅲ-6> 일본에서의 벤젠 함유 고무풀의 제조 금지 관련 법의 제정 과정(이치로, 1960)

연도		제정 배경 및 법제정 내용
1957년	12월	K고무회사, 중증중독자 5명 발생, 노동기준감독서에 보고.
	12.24	사망 제1사례. 가내노동자(여, 16세), 재생불량성빈혈
1958년	1.28	K고무회사 공기 중 벤젠 측정. 250-300ppm(허용농도 25ppm), 오사카노동국
	4월-6월,	K고무가 가입하던 '오사카 고무신발공업협동조합' 에 대해 행정지도
	5.24	노동성, 벤젠 중독 예방을 행정 운영상 중요 사항으로 지정
	7. 4	사망 제2사례, M화학(여, 17세), 범골수증 겸 코 출혈
	7. 8	M화학 현장조사. 노동기준국, 감독서, 노동과학연구소
	7.16	사망 제3사례, K고무(여, 20세), 장티푸스 겸 과립구 감소증
	7월하순-8월상순	동업조합 실태조사. 노동기준국, 감독서, 노동과학연구소, 오사카시립대학
	8.20	사망 제4사례, A산업(여, 24세), 재생불량성빈혈
	8.26	동업조합에 대해 조사 결과 보고, 대책 지도
	11.21	노동성 통첩. " 벤젠 중독의 예방에 대하여"
	12.20	동업조합에 대해 시설 개선 권고. 노동기준감독서
1959년	1.23	노동성 통첩. "벤젠중독 인정기준"
	1.25	사망 제5례, T고무(여, 50세), 재생불량성빈혈 겸 폐렴
	2. 2	사망 제6례, 가내노동자(여, 44세), 재생불량성빈혈 동업조합 2차 실태조사. 노동과학연구소, 오사카시립대학, 지역 2개 병원.
	5-8월	비닐신발제조업자 소재 조사. 노동기준감독서
	5.14	노동성 통첩. "벤젠 취급 사업장 감독 지도에 대하여"
	7월 하순	도쿄에서 내직자(집 안에서 일하는 사람)의 벤젠중독 문제화
	7.31	여성소년국 통첩. "내직자의 벤젠 중독 예방에 대하여"
	9월	동업조합 3차 실태조사
	10. 8	내직자 벤젠중독 건강검진 무료실시 결정. 오사카
	11.12	벤젠 함유 고무풀을 노동기준법 48조 유해물로 지정. 제조판매금지. 노동성

일본에서 제정한 특정 물질의 제조 금지와 관련된 두 가지 사례의 공통적인 특징은 첫째, 해당 물질의 사용으로 인해 심각한 건강영향이 나타나고 있었다는 것이고 둘째, 그 위험을 제어하기 위한 필요성이 명백했으나 실제적인 효과를 기대할 수 있는 마땅한 방안이 없었다는 것이다. 결국 해당 물질을 제조하는 것 자체를 금지할 수밖에 없었다. 비록 법률적으로는 금지라고 명명되어 있으나 내용적으로는 특정 물질이 일부 용도에서 사용됨으로써 집중적으로 나타나는 위험을 관리하기 위한 제한의 적용과 유사한 형태라는 것을 알 수 있다.

3) 산안법 내 금지물질 목록 제정 과정

아래 표는 산업안전보건법 시행령에서 금지물질의 목록이 어떻게 변천되었는지를 요약해서 정리한 것이다. 1982년부터 황린성냥을 포함하여 8가지 물질이 금지물질로 규정되어 오다가 1997년에 석면이 포함된다. 이는 일본에서 지정하고 있는 금지물질 목록과 정확하게 일치하고 있는데 우리나라 산안법의 유해물질관리체계가 일본의 노동안전위생법을 수용하면서 나타난 결과라고 해석된다. 즉, 일본의 제도를 본뜨면서도 그 제도가 도입된 과학적 근거와 우리나라에서의 적용범위를 검토하지 않은 상태에서 일본의 제도가 그대로 수용되었다.[12] 때문에 해당 물질들이 우리나라에서 왜 금지되어야 했는지에 대한 이유를 일본의 제도 도입 배경에서 유추할 수밖에 없다. 이 부분은 앞서서 이미 검토해 보았다.

2003년 이후에는 일본의 금지물질 목록과 일치하지 않는 물질들이 금지대상 물질로 등록되었는데 백연을 함유한 페인트(2% 이하 제외)와 폴리클로리네이티드터페닐(Polychlorinated terphenyls; PCT)이 기존 리스트에 더해 새롭게

12) 노재훈; 김광종; 원종욱; 이은일; 이진헌; 김치년 *신규 제조허가 및 금지대상 물질선정에 관한 연구*, 산업안전보건연구원: 2002.

추가된 물질들이다. 이들이 금지물질 목록에 추가된 근거는 노재훈 등의 연구(2002)에서 확인할 수 있다.

이 연구에서는 국내에서 금지되어야하거나 허가를 받아야 하는 물질의 리스트를 선정하기 위해서 다음과 같은 기준 및 절차에 따라 대상 물질들을 선정하였다. 즉, 국내 규제 물질(산안법 및 환경부와 농림부의 규제물질)과 선진국 규제물질 현황을 비교하여 선진국에서는 규제하고 있으나 우리나라에서는 규제하지 않고 있는 물질들 중에서 전문가들의 심의를 거쳐 1차 대상물질을 선정하였다. 이후 국내 생산량이 미비하여 경제적 영향이 적고, 유해위험성이 큰 물질을 2차 대상물질로 선정하였다. 전문가 회의를 거쳐 물질 선정과정이 합리적이었는지에 대해 검토하고 대상물질을 대표적으로 사용 및 제조하는 사업장을 방문조사하여 대체물질 사용이 가능한지 등을 파악한 후 사회경제학적 영향을 고려하여 3차 대상물질을 선정하였다. 이상의 과정을 거쳐 최종적으로 선택된 물질이 PCT(61788-33-8), 백연을 함유한 페인트, 그리고 세 가지 종류의 석면(actinolite asbestos, 77536-66-4; anthophyllite asbestos, 77536-67-5; tremolite asbestos, 77536-68-6)이었다.

(1) PCT의 금지물질 제정 배경

첫 번째, PCT(61788-33-8)가 금지물질로 선정된 이유는 다음과 같다. 발암성을 갖고 있는 PCT는 사전통보동의(prior informed consent; PIC) 제한물질에 포함되어 있으며 EU 에서도 제조금지 물질로 선정하고 있는데 반해 우리나라에서는(연구 당시) 특별히 제한을 두고 있지 않은 물질이었다. PCT는 한국에서 한 번도 수입하거나, 제조된 적이 없는 물질로 알려져 있었고 당시 이 물질을 사용하는 업체도 없었다. 그러므로 이 물질을 수입 혹은 제조하려면 환경부에 의해 평가받도록 되어 있다. 따라서 금지대상물질로 지정되더라도 사회경

제적으로 큰 부담이 없다고 분석되었다.

(2) 백연을 함유한 페인트의 금지물질 제정 배경

두 번째, 백연을 함유한 페인트의 경우는 다음과 같은 지정 배경을 갖고 있다. 납은 2001년 CERCLA(Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Ac; 종합환경대응, 보상 및 책임에 관한 법; CERCLA) Priority list에서 2위로 선정될 정도로 전체적인 위험성이 높은 물질이다. 납의 사용량은 많으나, 특정용도로 사용되는 것은 대체 물질의 가능성, 광범위한 환경노출 가능성 등을 고려해 사용제한이 가능하다고 판단되었다. 백연의 경우 주로 페인트의 첨가제나 염료로써 사용되지만 국내에서는 해당 용도로 사용되는 경우는 없었으며, 1개 업체에서 새시 제품제조의 안정제로 사용하고 있었다(연구 당시 기준). 사용량은 연간 50t 규모였다. 따라서 PCT와 마찬가지로 금지대상물질로 지정되더라도 사회경제적으로 큰 부담이 없다고 분석되었다. 특히 백연(Lead sulfate)의 경우 ILO 협약에서 페인트 작업에서의 노출에 대한 엄격한 관리과 협약 준수를 요구하고 있었는데 이 점이 금지물질 지정에 있어 중요한 판단의 근거가 되었다. 결과적으로 페인트칠에 있어서 백연사용에 관한 ILO 협약비준을 고려하여 백연이 함유된 페인트가 금지 대상물질로 선정되었다. 우리나라 정부에서는 아직 백연의 사용에 관한 ILO의 협약을 비준하지 않았지만[13] 해당 내용을 금지물질 목록에 반영하고 있다.

참고로 페인트칠에 있어서 백연사용에 관한 ILO 협약의 내용(Article 1)은 다음과 같다. 건물의 실내 페인트 작업시에 백연이 함유된 페인트 사용을 금지한다. 단, 반드시 사용이 필요하다고 판단되는 경우에는 권위 있는 전문가에 의

13) International Labour Organization Countries that have not ratified this Convention. https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:11310:0::NO:11310:P11310_INSTRUMENT_ID:312158:NO (accessed June 4).

해 자문을 구해야 하고, 노동자 단체의 동의를 받도록 하여야 한다. 그럼에도 불구하고 금속연의 함량이 최대 2%까지는 허용된다(직업안전과 건강(occupational safety and health) 제13호 페인트칠에 있어서 백연의 사용에 관한 협약(1921년)).

(3) 크롬산 아연의 허가대상 물질 선정 배경

PCT 및 백연이 함유된 페인트가 금지물질로 지정된 것 이외에 크롬산 아연(Zinc chromates, 13530-65-9)은 제조 허가대상 물질로 선정되었으며 그 근거는 다음과 같았다. 크롬산아연은 미국정부산업위생전문가협의회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists; ACGIH)에서 A1으로 분류하고 있는 발암물질이다. 아직은 사용량이 비교적 많은 물질이며(연구 보고서 작성 당시 기준) 대체물질에 대한 성능 비교 검토가 충분히 이뤄지지 않은 상태이지만 크롬산아연을 이용하여 페인트 등을 제조하는 등의 노출 경로가 제조에 국한하여 고농도로 이루어 질수 있어 보다 엄격한 제한이 필요하다고 판단되었다. 또한 크롬화합물에 의한 직업병 발생의 빈도가 석면에 비해 3배나 더 많아(2001년도 기준 크롬화합물에 의한 직업병 발생자는 13명) 크롬 노출에 대한 규제 필요성이 확인되었다. 따라서 크롬산아연을 이용하여 페인트를 제조하는 경우 이를 허가 대상으로 하여 관리하는 것이 필요하다고 판단하였다.

(4) 허가 및 금지대상물질의 선정 기준

노재훈 등의 연구보고서(2002)에는 어떤 물질이 금지의 대상이 되고 어떤 물질이 허가 대상이 되는지를 명확하게 구분하는 기준이 제시되어 있지 않다.

다만, 금지와 허가 대상 물질을 선정하게 된 배경을 살펴보면 각 물질의 국내 사용정도 및 노출가능성과 대체재의 가용여부가 주요한 판단 기준으로 적용된 것으로 추측된다. 물론 고려 대상 물질들은 기본적으로 심각한 건강영향을 미칠 수 있는 독성을 갖고 있어야 한다. 이 때, 금지물질은 독성은 높으나 국내사용이 극히 미미하기 때문에 계속적으로 금지를 시키자는 취지가 반영된 것으로 보인다. 즉, 제조 등의 금지를 적용하더라도 국내 사용량이 미미해서 사회경제적인 부담이 거의 없기 때문이다. 반면, 허가의 경우는 독성은 높으나 국내에 일정 부분 사용되고 있어 노동자에 대한 노출이 가능하지만 아직은 마땅한 대체재가 없기 때문에 보다 엄격한 허가 조건을 설정해서 관리해야 한다는 취지가 반영된 것으로 유추된다.

(5) 산안법 내 금지대상물질 목록의 종합

노재훈 등의 연구보고서(2002)에서는 기존의 금지물질 목록 이외에 추가적으로 환경부의 금지 물질도 산안법 내에 포함시키자는 주장과 인간에게 확인된 발암물질의 경우 현재 규제에서 누락되었다면 허가 물질로 관리하자는 제안이 덧붙여졌다. 환경부의 금지물질을 산안법의 금지물질 목록에 또 다시 포함시키는 것이 이중의 규제라는 문제제기가 가능하겠지만 환경부가 지정한 금지 물질들이 산업현장과 관련이 있는 물질이기도 해서 산안법 내에 일괄적인 규제형태를 갖게 되는 이점이 크다고 판단하고 있었다.

노재훈 등의 연구(2002) 이후 이듬해인 2003년 산안법 개정에서 보고서 상 제안된 세 가지 물질이 산안법에 따른 금지물질 목록에 추가되었다. 또한 동일 법개정에서 유해화학물질관리법에 의한 금지물질 역시 산안법에 따른 금지물질 목록에 추가되었다.

<표 Ⅲ-7> 산업안전보건법 시행령에서의 금지물질 목록의 변천사

금지물질 목록	시행령 시행시기								일본의 금지물질	화관법의 금지물질
	1982. 7. 1.	1986. 7. 1.	1990. 7. 14.	1997. 5. 1	1999. 6. 8.	2003. 7. 1.	2005. 1. 1.	2020. 1. 16.		
1. 황린성냥	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	
2. 벤지딘과 그 염	∨	∨	∨	∨	∨				∨	∨
3. 4-아미노디페닐과 그 염*	∨	∨	∨	∨	∨				∨	∨
4. 4-니트로디페닐과 그 염	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	
5. 비스(클로로메틸)에테르	∨	∨	∨	∨	∨				∨	∨
6. 베타-나프틸아민과 그 염	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	
7. 벤젠을 함유하는 고무풀(5%이하 제외)	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	
8. 위 물질을 함유한 제제(1% 이하 제외)	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨
9. 기타 보건상 해로운 물질			∨	∨	∨	∨	∨	∨		
10. 석면				∨ 1)	∨ 1)	∨ 2)	∨ 2)	∨	∨	∨
11. 백연을 함유한 페인트(2% 이하 제외)						∨ 3)	∨	∨		
12 폴리클로리네이티드터페닐(PCT)						∨	∨	∨		
13 화관법에 의한 금지물질						∨ 4)	∨ 4)	∨		∨

금지물질 목록	시행령 시행시기								일본의 금지물질	화관법의 금지물질
	1982. 7. 1.	1986. 7. 1.	1990. 7. 14.	1997. 5. 1	1999. 6. 8.	2003. 7. 1.	2005. 1. 1.	2020. 1. 16.		
1) 청석면 및 갈석면										
2) 악티노라이트석면, 안소필라이트석면, 트리몰라이트석면, 청석면 및 갈석면										
3) 5 % 이하										
4) 유해화학물질관리법에 의한 금지물질										
*: 산안법 금지물질 목록에는 ‘4-아미노디페닐’로 표기되어 있으나 ‘4-아미노비페닐[4-Aminobiphenyl; 92-67-1]’에 대한 오기로 판단됨										
기타 특이사항										
2006. 9. 25일 시행에서는 시행령 제29조 2항을 삭제함,										
2009. 8. 7.일 시행에서는 노동부를 고용노동부로 수정함.										
2010. 4. 10.일 시행에서는 정책심의위원회를 산업재해보상보험및예방심의위원회로 수정함.										
2015. 1. 1.일 시행에서는 유해화학물질관리법에 의한 금지물질이 화학물질관리법의 제한/금지물질로 변경됨										
2016. 2. 17.일 시행에서는 백석면이 포함됨. 화관법 상 제한물질은 제외됨										

4) 산안법 내 제한 제도 마련 방안

(1) 제한의 내용이 반영된 금지물질 목록의 제정 방안

일본의 사례를 참고하고 우리나라의 금지물질 제정 역사를 검토해 보면 금지물질 목록을 이용해 제한의 내용이 반영되도록 하는 것이 가능할 것으로 판단된다. 우리나라의 산안법에서 금지물질에 대한 법제정 내용의 변천 과정을 요약하면 아래 표와 같다.

애초에 우리나라의 산안법에서는 노동자의 보건상 해롭다고 여겨지는 물질들에 대해서 금지만을 적용한 것은 아니었다. 1982년 7월 1일에 시행된 산안법 28조의 제목은 '유해물질의 사용제한'이었고 그 내용은 해로운 물질의 '제조 또는 사용을 금지하거나 제한'하는 것이었다. 그러나 1990년 7월 14일에 시행된 산안법에서는 전문 개정되면서 제한의 내용은 삭제되고 '제37조 (제조 등의 금지)'로써 보건상 특히 해롭다고 인정되는 물질로써 대통령령이 정하는 것은 제조·수입·양도·제공 또는 사용하여서는 아니 된다고 규정된다. 이후 이 기조는 그대로 유지되면서 제조 등을 금지하는 물질로 분류되는 기준이 좀 더 명확하게 구체화되는 개정을 이어가게 된다.

이후 2003년 7월 1일 시행된 산안법에서의 금지규정이 현행 금지제도의 원형이 되고 있다. 즉, 보건상 해로운 물질의 기준에 대해서 직업성 암을 유발할 수 있는 물질과 유해·위험성 평가를 통해 노동자에게 중대한 건강장해를 일으킬 수 있는 물질이라는 구체적인 기준이 마련되었다. 또한 산안법에서 정한 금지물질 말고도 유해화학물질관리법(현행 화학물질관리법)에 의해서 지정된 금지물질도 적용대상에 포함되었다. 계속되는 개정 과정에서는 금지조항에도 불

구하고 시험·연구 등의 목적 등에서 법이 정하는 기준을 준수할 경우에는 사용할 수 있는 여지를 열어두었다.

2014년 3월 13일부터 시행된 산안법에서는 지금의 “제조 등의 금지물질”을 정식으로 사용하기 시작했다. 2015년 1월 1일부터 시행된 산안법 시행령에서는 화학물질관리법이 유해화학물질관리법을 대신하게 되었다. 이 때 특징적인 것은 화학물질관리법에 의한 제한물질 및 금지물질이 그 대상이 되었다는 것이다. 그러나 다음해에는 화관법에 따른 제한물질이 제외되고 금지물질 목록만이 대상이 된다. 2015년 1월 1일에 공표된 화관법에 의한 금지물질 목록은 이후 추가된 이력 없이 지금에 이르고 있다.

최종적으로 2020년 1월 16일부터 시행된 산안법이 지금에 이르고 있다. 이 과정을 요약한 것이 아래 표이다. 비록 현재의 산안법이 ‘제조 등의 금지물질’ 목록에 한정되어 있기는 하지만 과거 법 개정의 이력에서 제한을 설정할 수 있는 여지가 있었다는 것을 확인할 수 있었다. 아마도 금지와 허가 그리고 제한이라는 법조항의 정의를 명확히 하고 혼동을 초래할 수 있는 법조항의 충돌을 막기 위해 제한이 적용될 수 있는 내용을 정리한 것이라고 판단된다. 그럼에도 불구하고 제한의 스펙트럼의 한 끝이 전면 금지(모든 용도에서의 제한)라는 점을 감안한다면 일부 용도에서의 제조 등의 금지라는 형태로 제한의 성격을 갖춘 제도의 적용이 가능하다고 판단된다.

<표 Ⅲ-8> 산업안전보건법 내 금지물질 규정의 변천 내용

연번	법시행 시기	법조항	금지물질 목록	특징
1	1982. 7. 1.	**제28조 (유해물질의 사용제한)** 노동부장관은 황린성냥, 벤지딘, 벤지딘을 함유하는 제제, 기타 근로자의 보건상 특히 해롭다고 인정되는 물질을 제조 또는 사용하는 사업주에 대하여는 대통령령이 정하는 바에 의하여 **제조 또는 사용을 금지하거나 제한할 수 있다.**	제23조 (제조금지 유해물질) 법 제28조의 규정에 의하여 제조를 금지하는 유해물질은 다음 각호와 같다. 다만, 조사·연구의 목적으로 제조하는 경우에는 예외로 한다. 1. 황린성냥 2. 벤지딘과 그 염 3. 4-아미노디페닐과 그 염 4. 4-니트로디페닐과 그 염 5. 비스(클로로메틸)에에테르 6. 베타-나프틸아민과 그 염 7. 벤젠을 함유하는 고무풀(함유된 용량의 비율이 5퍼센트 이하인 것을 제외한다) 8. 제2호 내지 제6호의 물질을 함유한 제제(함유된 중량의 비율이 1퍼센트 이하인 것을 제외한다)	▪ 산업법 제28조에 사용 제한의 내용이 포함되어 있음
2	1986. 7. 1.		1. 황린성냥 2. 벤지딘 베이스 및 벤지딘 황산염	▪ 일부 금지물질의 명칭 변경
3	1990.	제37조 (제조등의 금지) 누구든지 황린성냥, 벤지딘, 벤지	5. 비스-(클로로메틸)에테르	▪ 제한 내용이 삭제되

연번	법시행 시기	법조항	금지물질 목록	특징
	7. 14.	딘을 함유한 제제 기타 근로자의 보건상 특히 해롭다고 인정되는 물질로서 대통령령이 정하는 것은 제조·수입·양도·제공 또는 사용하여서는 아니 된다. 다만, 대통령령이 정하는 바에 의하여 시험·연구를 위하여 제조·수입 또는 사용하는 경우에는 그러하지 아니하다.	9. 기타 보건상 해로운 물질로서 정책심의 위원회의 심의를 거쳐 노동부장관이 정하는 유해물질 ②법 제37조 단서의 규정에 의하여 시험·연구를 위하여 제조·수입 또는 사용하는 경우에는 미리 노동부장관의 승인을 얻어야 하며, 노동부장관이 정하는 기준에 따라 제조·수입 또는 사용하여야 한다.	고 금지로 규정됨 ▪ 5. 비스-(클로로메틸)에테르 명칭 교정 ▪ 보건상 해로운 물질로 심의된 물질 추가(법에서 시행령의 목록으로)
4	1997. 5. 1		6. 베타-나프틸아민과 그 염 6의2. 청석면 및 갈석면	▪ 청석면 및 갈석면 추가
5	1999. 6. 8.		8. 제2호 내지 제6호의2의 1의 물질을 함유한 제제(함유된 중량의 비율이 1퍼센트이하인 것을 제외한다)	▪ 일부 문구 변경
6	2003. 7. 1.	제37조 (제조등의 금지) 누구든지 다음 각호의 1의 기준에 해당하는 물질로서 대통령령이 정하는 것은 제조·수입·양도·제공 또는 사용하여서는 아니된다. 다만, 대통령령이 정하는 바에 의하여 시험·연구를 위하여 제조·	제29조 (제조등의 금지 유해물질) ①법 제37조의 규정에 의하여 제조·수입·양도·제공 또는 사용이 금지되는 유해물질은 다음 각호와 같다. <개정 1997. 5. 16., 1999. 6. 8., 2003. 6. 30.>	▪ 현재 법조항의 원형이 됨 ▪ 유해화학물질관리법에 의한 금지물

연번	법시행 시기	법조항	금지물질 목록	특징
		수입 또는 사용하는 경우에는 그러하지 아니하다. 〈개정 2002. 12. 30.〉 1. 직업성 암을 유발하는 것으로 확인되어 근로자의 보건상 특히 해롭다고 인정되는 물질 2. 제39조의 규정에 의하여 유해·위험성을 평가하거나 제40조의 규정에 의하여 유해·위험성을 조사한 유해인자 가운데 근로자에게 중대한 건강장해를 일으킬 우려가 있는 물질 3. 그 밖에 근로자에게 중대한 건강장해를 일으킬 우려가 있는 물질	1. 황린 성냥 2. 백연을 함유한 페인트(함유된 용량비율이 5퍼센트 이하인 것을 제외한다) 3. 폴리클로리네이티드터페닐(PCT) 4. 4-니트로디페닐과 그 염 5. 악티노라이트석면, 안소필라이트석면 및 트레모라이트석면 6. 베타-나프틸아민과 그 염 6의2. 청석면 및 갈석면 7. 벤젠을 함유하는 고무풀(함유된 용량의 비율이 5퍼센트이하인 것을 제외한다) 8. 제3호 내지 제6호의2의 1의 물질을 함유한 제제(함유된 중량의 비율이 1퍼센트이하인 것을 제외한다) 9. 유해화학물질관리법 제11조제1항의 규정에 의한 제조·수입 또는 사용금지 물질 10. 기타 보건상 해로운 물질로서 정책심의위원회의 심의를 거쳐 노동부장관이 정하는 유해물질	질도 목록에 포함

연번	법시행 시기	법조항	금지물질 목록	특징
			②법 제37조 단서의 규정에 의하여 시험·연구를 위하여 제조·수입 또는 사용하는 경우에는 미리 노동부령의 승인을 얻어야 하며 노동부령이 정하는 기준에 따라 제조·수입 또는 사용하여야 한다. 〈개정 2003. 6. 30.〉	
7	2005. 1. 1.		2. 백연을 함유한 페인트(함유된 용량비율이 2퍼센트 이하인 것을 제외한다)	▪ 백연의 퍼센트 변경(5 퍼센트 → 2 퍼센트)
8	2006. 9. 25	제37조 (제조 등의 금지) ①누구든지 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 물질로서 대통령령이 정하는 물질을 제조·수입·양도·제공 또는 사용하여서는 아니된다. 1. 직업성 암을 유발하는 것으로 확인되어 근로자의 보건에 특히 해롭다고 인정되는 물질 2. 제39조의 규정에 따라 유해·위험성을 평가하거나 제40조의 규정에 따라 유해·위험성을 조사한 유해인자 가운데 근로자에게 중대한 건강장해를 일으킬 우려가 있는 물질 ②제1항의 규정에 불구하고 시험·연구를 위한 경우로서	제29조 (제조등의 금지 유해물질) ①법 제37조제1항의 규정에 의하여 제조·수입·양도·제공 또는 사용이 금지되는 유해물질은 다음 각 호와 같다. 〈개정 1997. 5. 16., 1999. 6. 8., 2003. 6. 30., 2004. 12. 28., 2006. 9. 22.〉 9. 「유해화학물질 관리법」 제32조에 따라 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반 또는 사용이 금지되는 물질 10. 기타 보건상 해로운 물질로서 정책심의위원회의 심의를 거쳐 노동부장관이 정하는 유해물질	▪ 일부 문구 수정 ▪ 시행령 2항 삭제

연번	법시행 시기	법조항	금지물질 목록	특징
		노동부령이 정하는 기준에 적합한 경우는 노동부장관의 승인을 얻어 제1항의 규정에 따른 물질을 제조·수입 또는 사용할 수 있다. ③노동부장관은 제2항의 규정에 따라 승인을 얻은 자가 동항의 규정에 따른 기준에 적합하지 아니하게 된 때에는 승인을 취소하여야 한다. [전문개정 2006. 3. 24.]	②삭제 <2006. 9. 22.>	
9	2009. 8. 7.	2. 제39조에 따라 ... 제40조에 따라 ... ② 제1항에도 불구하고 ... 맞는 경우에는 ... 승인을 받아 제1항에 따른 ... ③ 노동부장관은 제2항에 따라 승인을 받은 자가 같은 항에 따른 기준에 적합하지 아니하게 된 경우에는 승인을 취소하여야 한다. [전문개정 2009. 2. 6.]	제29조 (제조 등이 금지되는 유해물질) 법 제37조 제1항에 따라 제조·수입·양도·제공 또는 사용이 금지되는 유해물질은 다음 각 호와 같다. 6. 베타-나프틸아민과 그 염 7. 청석면 및 갈석면 8. 벤젠을 함유하는 고무풀(함유된 용량의 비율이 5퍼센트 이하인 것은 제외한다)	▪ 일부 문구 수정 ▪ 금지물질 목록 배열 수정
10	2010. 4. 10.		11. 그 밖에 보건상 해로운 물질로서 산업재해보상보험및예방심의위원회의 심의를 거쳐 노동부장관이 정하는 유해물질 [전문개정 2009. 7. 30.]	▪ 정책심의위원회 → 산업재해보상보험 및예방심의위원회
11	2010.	② 제1항에도 불구하고 시험·연구를 위한 경우로서 고용		▪ 법과 시행령에서

연번	법시행 시기	법조항	금지물질 목록	특징
	7. 5.	노동부령으로 정하는 기준에 맞는 경우에는 고용노동부장관의 승인을 ... 〈개정 2010. 6. 4.〉 ③ 고용노동부장관은 ... 한다. 〈개정 2010. 6. 4.〉 [전문개정 2009. 2. 6.]		기존의 노동부를 고용노동부로 명칭 변경 반영
12	2014. 3. 13	제37조(제조 등의 금지) ① 누구든지 ...대통령령으로 정하는 물질(이하 이 조에서 "제조등금지물질"이라 한다)을 제조·수입·양도·제공 또는 사용하여서는 아니 된다. 〈개정 2013. 6. 12.〉 ② 제1항에도 ... 고용노동부장관의 승인을 받아 제조등금지물질을 ... 〈개정 2010. 6. 4., 2013. 6. 12.〉		▪ '제조 금지 물질' 명명
13	2015. 1. 1.		제29조(제조 등이 금지되는 유해물질) 법 ... **10. 「화학물질관리법」 제2조제4호에 따른 제한물질 및 같은 조 제5호에 따른 금지물질**	▪ 유해화학물질관리법에서 화학물질관리법으로 변경 ▪ 화관법의 제한물질도 포함
14	2016. 2. 17.		제29조(제조 등이 금지되는 유해물질) 법 ... 7. 백석면, 청석면 및 갈석면 10. 「화학물질관리법」 제2조제5호에 따른 금지	▪ 백석면 포함 ▪ 화관법 상 제한물질 제외

연번	법시행 시기	법조항	금지물질 목록	특징
			물질	
15	2020. 1. 16.	제117조(유해·위험물질의 제조 등 금지) ① 누구든지 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 물질로서 대통령령으로 정하는 물질(이하 “제조등금지물질“이라 한다)을 제조·수입·양도·제공 또는 사용해서는 아니 된다. 1. 직업성 암을 유발하는 것으로 확인되어 근로자의 건강에 특히 해롭다고 인정되는 물질 2. 제105조제1항에 따라 유해성·위험성이 평가된 유해인자나 제109조에 따라 유해성·위험성이 조사된 화학물질 중 근로자에게 중대한 건강장해를 일으킬 우려가 있는 물질 ② 제1항에도 불구하고 시험·연구 또는 검사 목적의 경우로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 제조등금지물질을 제조·수입·양도·제공 또는 사용할 수 있다. 1. 제조·수입 또는 사용을 위하여 고용노동부령으로 정하는 요건을 갖추어 고용노동부장관의 승인을 받은 경우 2. 「화학물질관리법」 제18조제1항 단서에 따른 금지물	1. β-나프틸아민[91-59-8]과 그 염(β-Naphthylamine and its salts) 2. 4-니트로디페닐[92-93-3]과 그 염(4-Nitrodiphenyl and its salts) 3. 백연[1319-46-6]을 함유한 페인트(함유된 중량의 비율이 2퍼센트 이하인 것은 제외한다) 4. 벤젠[71-43-2]을 함유하는 고무풀(함유된 중량의 비율이 5퍼센트 이하인 것은 제외한다) 5. 석면(Asbestos; 1332-21-4 등) 6. 폴리클로리네이티드 터페닐(Polychlorinated terphenyls; 61788-33-8 등) 7. 황린(黃燐)[12185-10-3] 성냥(Yellow phosphorus match) 8. 제1호, 제2호, 제5호 또는 제6호에 해당하는 물질을 함유한 혼합물(함유된 중량의 비율이 1퍼센트 이하인 것은 제외한다) 9. 「화학물질관리법」 제2조 제5호에 따른 금지	▪ 법률 제16272호, 2019. 1. 15., 전부개정 ▪ 석면 종류에 구별 없이 석면으로 통합

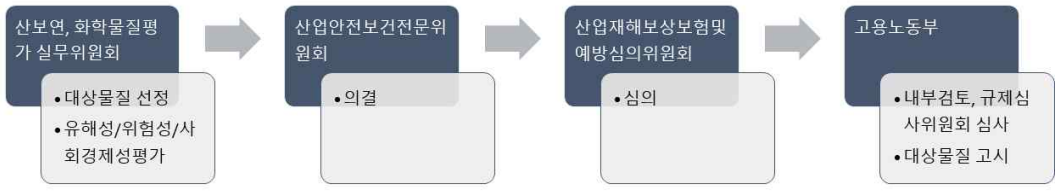
연번	법시행 시기	법조항	금지물질 목록	특징
		질의 판매 허가를 받은 자가 같은 항 단서에 따라 판매 허가를 받은 자나 제1호에 따라 사용 승인을 받은 자에게 제조등금지물질을 양도 또는 제공하는 경우 ③ 고용노동부장관은 제2항제1호에 따른 승인을 받은 자가 같은 호에 따른 승인요건에 적합하지 아니하게 된 경우에는 승인을 취소하여야 한다. ④ 제2항제1호에 따른 승인 절차, 승인 취소 절차, 그 밖에 필요한 사항은 고용노동부령으로 정한다.	물질(같은 법 제3조제1항제1호부터 제12호까지의 규정에 해당하는 화학물질은 제외한다) 10. 그 밖에 보건상 해로운 물질로서 산업재해보상보험및예방심의위원회의 심의를 거쳐 고용노동부장관이 정하는 유해물질	

이상과 같이 국내 금지물질 지정의 근간이 되었던 일본의 금지물질 지정 배경을 고찰하였고 국내 산안법에 의한 금지물질 목록의 변천사를 살펴보았다. 이를 다시 요약하자면 우리나라의 금지물질 목록의 출발은 일본의 사례를 참고하여 만들어졌는데 이 당시에도 황린 성냥의 경우와 벤젠을 함유한 고무풀의 경우는 황린이나 벤젠을 사용함에 있어 특정 용도에서의 노출로 인해 나타나는 위험을 관리하기 위한 마땅한 방안이 없어서 해당 용도에 대해서 제조 등을 금지시킨 사례를 보여주고 있다. 이후 일부 시기에서는 국내 상황을 고려하여 금지물질을 추가하기도 했다. 예를 들면, 백연을 포함한 페인트의 제조 금지 역시 페인트 사용과정에서의 납노출을 예방하기 위한 목적이 근간을 이루고 있는 ILO의 협약 내용을 반영한 사례이다. 그러나 2003년 이후로는 금지물질을 추가하려는 노력이 없었다. 금지물질 목록의 사례에서 살펴본 바와 같이 일부는 특정 용도에 대한 제조 등의 금지를 명하고 있으므로 내용에 따라서는 제한 제도가 의도하는 바의 목적을 달성할 수 있는 금지목록이 만들어질 수 있을 것으로 판단된다.

일반적으로 국민의 기본권이 제한되는 경우에는 법률 수준에서 근거규정이 있어야 한다. 금지물질이나 제한물질을 지정하는 것과 같이 화학물질의 사용을 제한하는 것은 기업의 영업권(직업의 자유)을 제한하게 되므로 용도를 제한하고자 하는 물질을 지정할 때에는 법률 수준의 근거규정이 있어야 한다. 특정 용도를 제한하는 내용이 반영되도록 새로운 금지물질을 지정해서 기존의 금지물질 목록에 추가하자는 방안은 산안법 제117조에 이미 제조등금지물질에 관하여 규정하고 있으므로 법적 근거는 마련되어 있다고 볼 수 있다. 따라서 기존의 제117조와 그에 따른 시행령을 근거 규정으로 하여 금지대상 물질을 추가로 지정함에 있어 위험이 뚜렷한 용도를 특정해서 금지물질을(내용적으로는 제한이 적용될 수 있도록) 등재하는 방안을 우선적으로 고려할 수 있을 것으로 판단된다.

이 경우에 시행령 제87조 제10호 심의위원회의 심의와 고용노동부장관의 지정을 통해 새로운 금지물질을 지정하게 될 것이다. 즉, 이미 제조등금지물질에 용도제한과 취지가 비슷한 물질이 금지물질로써 등록되어 있으므로 심의위원회를 거쳐서 용도제한이 필요한 물질에 대해 새롭게 금지물질 목록에 추가하여 고용노동부장관의 고시로 제시하는 방식이다.

이 경우 실무상 안전보건공단 산업안전보건연구원 내에 설치된 '화학물질평가 실무위원회'에서 대상물질 선정, 유해성·위험성 및 사회·경제성 평가 등을 실시하고 법적관리의 필요성이 있으면 의결을 거쳐(고용노동부 고시, 화학물질의 유해성·위험성평가에 관한 규정 참조) 산업안전보건전문위원회에 보내게 된다. 여기서 의결을 하면 다시 산업재해보상보험및예방심의위원회에서 심의를 하게 된다(산업재해보상보험법 제8조 참조). 이후에는 고용노동부 고시로 대상물질을 고시하는데 이 과정에서 고용노동부 내부 검토절차로 고용노동부 규제심사위원회의 심사를 거치게 된다.



[그림 Ⅲ-2] 용도제한이 필요한 물질을 금지물질 목록에 추가하여 고용노동부장관의 고시로 제시하는 과정.

이런 형태의 금지물질 지정 노력이 가능해 진다면 산안법 시행령 87조 10호에 명시된 바대로 '그 밖에 보건상 해로운 물질로서 산업재해보상보험및예방심의위원회의 심의를 거쳐 고용노동부장관이 정하는 유해물질을 추가'적으로 선정할 수 있도록 한 법의 취지를 최대한 활용하여 특정 용도에서의 사용을 금지하는 내용이 반영된 목록을 만들 수 있을 것이라 기대된다.

(2) 산안법 내 제한제도를 신설하는 방안

두 번째로 고려할 수 있는 방안은 2018년의 연구(노동환경건강연구소, 2018)에서 제안된 것처럼 산안법 내에 새로운 법조항을 만드는 것이다. 그리고 관련된 시행령을 신설하는 것이다. 즉, 제조등금지물질과 달리 용도와 함량의 제한 등을 고려하여 용도제한물질에 관한 법률상 근거규정을 신설하는 방안이다. 이와 같은 방식으로 입법한다면 그 위치는 규제의 강도를 고려하면 제117조와 제118조 사이이며 조문번호는 제117조의2가 되는 것이 적절할 것이다.

당시 제안된 산안법과 관련된 시행령의 구체적인 신설 조항의 내용에서 용도에 대한 제한 이외에도 특정 물질이 함유된 제품에 대한 함량 제한의 형태로 제한의 내용을 설계할 수 있다는 점이 추가적으로 반영될 필요가 있다. 이런 점들을 반영하여 2018년 보고서에 제안된 산안법 신설 방안을 수정하여 아래 표와 같이 제안할 수 있다.

<표 Ⅲ-9> 산업안전보건법 제한대상물질 신설 방안

제117조의2(제조·사용이 제한되는 유해·위험물질) ① 누구든지 제117조 1항 각호의 어느 하나의 기준에 해당하는 물질로써 대통령령으로 정하는 물질(이하 “제한대상물질”)을 제조하거나 사용하는 자는 고용노동부 장관이 정한 용도와 조건에서 사용할 수 없다. ② 제한대상물질을 고용노동부장관이 정한 용도로 제조, 수입, 판매 및 사용한 자는 고용노동부 장관이 6개월 이내의 기간을 정하여 영업을 정지하게 할 수 있다. ③ 제1항에 따른 제한의 절차 및 그 밖에 필요한 사항은 고용노동부령으로 정한다.

이 방식은 금지 물질의 목록에 제한의 성격을 반영한 금지물질을 추가하는 앞의 방식보다 용도제한물질의 법령 내 편입을 좀 더 명확하게 보여주는 방식이다. 법률 수준에서 독자적으로 근거규정을 만들면 용도제한물질에 관한 정책을 실현할 때 좀 더 힘 있게 정책을 추진할 수 있는 장점이 있다. 다만, 법률개

정 사항이므로 정부의 입법안 제출, 환경노동위원회의 심의의결, 그리고 법제사법위원회 심의 의결을 거쳐야 하고 각 과정에서 전문위원의 의견 청취 등이 필요하다. 아울러, 조문 신설에 따라 시행령에서 위임을 받아서 여기서 해당 물질을 비로소 규정하게 된다. 따라서 법률 개정 후 추가로 후속법령 개정 등의 절차를 거쳐야 하는 복잡함이 있다. 후속법령 개정 절차는 앞서 시행령 개정절차를 거친다는 뜻이다.

시행령 신설을 위해서 금지물질을 규정한 기존의 제87조를 참조할 수 있을 것이다. 즉, 87호의 각호에서 금지가 필요한 물질 목록을 나열하고 화관법에 의해 지정된 금지물질 및 산업재해보상보험및예방심의위원회의 심의를 거쳐 고용노동부장관이 정하는 추가 유해물질을 규정하는 방식을 제한물질 지정을 위한 시행령에도 비슷하게 반영할 수 있을 것이다. 왜냐하면, 환경부의 “화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률”에서 이미 금지물질과 제한물질을 지정하여 고시하고 있다. 그럼에도 불구하고 산안법에서는 별도의 금지물질 목록을 고시하고 있으며 시행령 제87조 제9호에서 환경부 법률을 인용하여 「화학물질관리법」 제2조제5호에 따른 금지물질을 함께 관리하도록 하는 선례가 있기 때문이다.

이처럼 이미 각각의 법에서 별도의 금지물질을 고시하고 있으므로 산안법 내에 별도의 제한물질 목록을 고시하는 방안을 고려할 수 있을 것이다. 이 경우에도 산안법의 제한물질 목록에 환경부의 화평법에서 고시하고 있는 제한물질 목록을 제한물질을 고시하는 산안법 시행령의 호에 함께 인용할 수 있도록 시행령을 구성할 수 있을 것이다. 이상의 내용을 반영하여 산안법 내 제한물질 지정에 관련된 시행령의 내용을 아래 표와 같이 제안하였다.

<표 Ⅲ-10> 산업안전보건법 시행령 제한대상물질 지정·고시안

제***조(제조·사용이 제한되는 유해·위험물질의 지정과 고시) ① 법 제117조의2 제1항에서 “대통령령으로 정하는 물질“이란 다음 각 호의 물질을 말한다. 1. 벤젠을 함유한 희석제(신너)와 세척/세정제 및 희석제와 세척/세정제 용도의 원료물질(함유된 중량의 비율이 0.1퍼센트 이하인 것은 제외한다) ... 9. 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」 제2조제8호에 따른 제한물질 10. 그 밖에 보건상 해로운 물질로서 산업재해보상보험및예방심의위원회의 심의를 거쳐 고용노동부장관이 정하는 유해물질

이것은 대통령령인 시행령을 개정해야만 가능하므로 개정 절차가 다소 복잡해진다. 일반적으로 앞선 화학물질 지정 절차를 모두 거친 후 여기에 다시 국무총리산하 규제심사위원회에서 심의를 하여 최종적으로 국무회의에서 의결하여 시행령이 개정될 것으로 보인다. 규제검토 절차가 많으면 그 만큼 설득하여야 하는 이해관계자가 많다는 뜻이다. 다만, 고용노동부 고시로 지정하는 것보다는 용도제한물질이라는 개념이 보다 명확하게 드러나서 인지도를 높일 수 있는 장점을 갖는 방안이라고 할 수 있다.

(3) 두 가지 제한 제도화 방안의 비교

이상과 같이, 제한 제도를 산안법 내에 제도화하기 위해서 가장 합리적인 방안을 고민하면서 두 가지 형태의 방안을 제안했다. REACH의 제한 제도에서는 제한이라는 제도와 제한의 내용이 이룰 수 있는 효과성, 현실성(실행, 관리, 집행의 측면에서) 그리고 감독가능성(monitorability)이라는 키워드를 중심으로 제도적 유효성을 평가한다. 제한 제도를 산안법 내에 제도화하기 위해 제안된

운영 방식에 따라 법제화의 과정과 실현에서 예상되는 장단점을 아래 표와 같이 비교하였다. 다만, 감독가능성은 두 가지 방안 모두 다르지 않을 것이라 예상되어 비교 평가에서 생략하였다. 왜냐하면 두 가지 모두 법적인 양식만 다를 뿐 제한하고자 하는 내용은 같기 때문에 감독의 가능성 또한 같다고 예상되기 때문이다. 비슷한 이유로 제한이 이루어낼 수 있는 효과성 역시 동일할 것이라고 전망된다.

결국 현실성이 있느냐가 가장 중요한 판단 대상이 된다. 1안의 경우는 기존의 제도를 그대로 유지하는 것이므로 법제정에 대한 거부감이 가장 낮은 형태인데 반해 2안은 법안을 신설하는 방안이므로 화평법과의 중복 규제가 될 수 있다는 평가를 받을 수 있어 부담이 크다. 현실적으로 작동할 수 있느냐의 문제는 두 가지 방안 모두 제한이 필요한 물질을 선별하고 제한이 필요한 내용을 설득하는 제안보고서를 작성하는 등의 체계적인 시스템이 구축되어야 한다는 전제가 필요하다는 점에서 비슷하다.

두 가지 방안은 제한을 설정하는 형식이 다를 뿐 그것이 지향하는 목적이 같으므로 기대되는 효과성과 감독 가능성은 비슷하다고 예측된다. 다만 법제정에 대한 부담의 측면에서 1안의 현실성이 상대적으로 높은 방안이라고 판단된다. 이상과 같이 전개된 논의를 통해서 제안된 방안들은 제한 제도가 산안법 내에 현실적으로 자리 잡을 수 있도록 하는 노동부의 정책적 판단에 중요하게 참고될 수 있을 것이다.

<표 Ⅲ-11> 산안법 내 제한제도 운영 방식의 예시와 예상되는 장단점 비교

법안 마련 방안	효과성	현실성
(1안) 제한 성격을 갖는 금지대상물질의 추가 : 현행 법과 시행령을 그대로 유지하되 금지대상 물질을 추가로 지정함에 있어 위험이 뚜렷한 용도를 특정해서 금지물질을(내용적으로는 제한이 적용될 수 있도록) 등록	•위험이 예상되는 용도에서의 제조 등을 금지하는 내용이 반영될 수 있다면 별도의 제한 제도를 운영하는 것과 유사한 효과를 얻을 수 있을 것임.	•법안을 그대로 유지하므로 법을 신설하거나 개정하는 것에 비해 거부감이 없음 •제한 물질과 내용을 특정하여 제안하는 제한과정의 체계적 시스템 구축이 마련되어야 함 •화평법 외의 영역에서 제한의 성격을 갖는 추가적인 금지 내용이 추가적으로 적용될 수 있어 중복규제라는 평가로부터 상대적으로 자유로울 수 있음
(2안) 산안법 내 제한에 관한 법안 신설 : 화평법과 별도로 산안법 내 제한제도를 신설	•법에서 제정될 수 있다면 체계적 시스템을 갖췄을 때 가장 포괄적인 효과를 얻을 수 있을 것으로 전망 •용도제한물질의 법령 내 편입을 좀 더 명확하게 보여주어 제한을 위한 법의 목적이 구체적으로 드러날 수 있으므로 효과가 가장 분명하게 나타날 수 있을 것 •용도제한물질에 관한 정책을 실현할 때 좀 더 힘 있게 정책을 추진할 수 있는 장점이 있음	•법률개정 사항이므로 정부의 입법안 제출, 환경노동위원회의 심의의결, 그리고 법제사법위원회 심의 의결을 거쳐야 하고 각 과정에서 전문위원의 의견 청취 등이 필요 •법률 개정 후 추가로 후속법령 개정 등의 절차를 거쳐야 하는 복잡함이 있음 •제한제도 신설 필요성에 대한 사회적 동의가 우선되어야 함 •타법 (화평법)과 중복되는 문제가 있음 •제한 물질과 내용을 특정하여 제안하는 제한과정의 체계적 시스템 구축이 마련되어야 함

기존의 금지물질 목록에 새로운 물질을 추가할 때 제한의 내용이 반영되는 물질을 고시하도록 하는 방안이나 산안법 내에 별도로 제한물질을 지정할 수

있도록 하는 법과 시행령을 신설하는 방안 중 어떤 형태로든 입법을 하게 되면 환경법과 겹치는 규제에 대한 설득력 있는 이유를 제시할 수 있어야 한다. 동일한 화학물질에 대하여 산안법에 별도 규제를 할 때 그것이 기존 환경법 규제에서 하지 못하는 근로자를 실제로 보호하는 조치라는 점 등이 소명되어야 할 것이다.

앞서 제안된 방안이 실현되면 화평법에 의한 제한물질과는 별도의 제한 조건을 반영하는 금지물질 목록을 만들 수 있는 장점이 있다. 예를 들어, 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」의 '유독물질 및 제한물질·금지물질의 지정'에 따라 제3장 제한·금지물질의 지정, 제4조(제한물질)에 의해 특정 용도로의 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반 또는 사용을 금지하는 제한물질은 12종이다. 이 중에서 트리클로로에틸렌[Trichloroethylene, 79-01-6] 및 이를 0.1%이상 함유한 혼합물에 대해 가정용 세정제 및 에어러졸 용도로 제조, 수입, 판매, 보관・저장, 운반, 사용을 금지하고 있다. 즉, 환경부에서는 트리클로로에틸렌에 대해 가정용 세정제 및 에어로졸의 용도에서만 제조 및 사용을 금지하고 있다. 그러나 김형아 등의 연구(2006)[14]에 의하면 아래 표에서 확인할 수 있는 것과 같이 세척작업을 하는 과정에서 그간 여러 명의 노동자들이 죽거나 질병에 걸리는 사고가 빈발했었다는 것을 알 수 있다. 이렇듯 산업용 사용의 환경에서 특히, 세척 용도에서 많은 노동자들이 생명을 잃는 심각한 사고가 발생하고 있지만 화평법에서는 일반소비자를 보호하기 위한 목적으로 제한적 용도를 설정하고 있어 정작 큰 피해를 받고 있는 노동자들은 제도적 보호를 받지 못하게 되는 상황에 처하게 된다. 이처럼 화평법에 의한 특정물질의 금지 및 제한의 범위가 노동자들을 보호할 수 있는 영역까지 포괄하지 못하는 경우 산안법에 의한 금지물질의 목록에 이를 보완할 수 있는 내용이 반영될 수 있을 것이다.

14) 김형아; 임현우; 정혜선; 김형렬 *화학물질 노출기준 개정 연구 (트리클로로에틸렌)*; 산업안전보건연구원: 2006.

<표 Ⅲ-12> 트리클로로에틸렌 노출로 인한 국내 재해사례(김형아 등, 2006)

노출 원인/경로	노출 농도	노출 기간	작업조건	피해자 수	중요 소견	참고 문헌*
LCD모니터 부품 세척 중 TCE누출	자료없음	급성노출	고온작업으로 TCE증기 확산	4명	- 4명중 2명 사망	경북북부안전보건 제2006-2호
조명기구부품 세척	자료없음	40일		1명(49세 남자)	- 사망	노동부, 2006
휴대폰 부품세척	자료없음	40일		1명(24세 여자)	- 사망	노동부, 2006
금속세척	수백ppm (추정)	1개월	취약(보호구 없음)	1명(51세 남자)	- 식욕부진, 감기증상, 발진, 구강섭취장애, 호흡곤란, 연하곤란, 혈변, 안면부 탈피, 전신성 구진성 홍반, 사망	김은아, 2006
사파이어제조	자료없음	1개월	-	1명(20세 남자)	- 황달, 피부 발적과 소양감 - 발적, 박탈, 간비대, 볼과 전완부 수장부에 부종을 동반한 홍반 박탈	채희복 등, 1999
TCE 재생용 증류탱크청소	자료없음	2시간15분	방독마스크 착용		- 사망	노동부, 1999

5) 산안법 내 제한 제도화에 앞서 선결되어야 할 사항들

제한 제도를 산안법 내에 제도화 시키는 것 이전에 선행되어야 할 것들이 있다. 첫째, 산안법 시행령 제87조(제조 등이 금지되는 유해물질)의 9호가 수정되어야 할 것으로 판단된다. 현행 시행령에서는 「화학물질관리법」 제2조제5호에 따른 금지물질을 함께 관리하도록 하고 있다. 이는 2015년 산안법 개정을 통해서 유해화학물질관리법에 의한 금지물질을 화학물질관리법에 의한 금지물질로 변경한 것에서 유래하고 있다. 그러나 금지물질의 지정은 "화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률(약칭: 화학물질등록평가법)"에 따라 이루어진다. 따라서 산안법 시행령 제87조(제조 등이 금지되는 유해물질)의 9호는 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」 제2조제5호에 따른 금지물질로 수정되어야 한다.

둘째, 현행 금지물질 목록과 내용을 업데이트할 필요가 있다. 실제로 동일한

물질임에도 불구하고 산안법 내 금지물질의 금지 내용이 REACH의 제한 내용과 크게 상이한 부분이 존재한다. 금지제도가 노동자의 건강을 보호하기 위한 목적에 부합하기 위해서는 보다 엄격한 근거에 바탕을 둔 기준 적용이 필요하다고 판단되기 때문이다.

아래 표는 산안법에 따른 금지물질 목록과 그에 대한 금지 내용을 유럽의 REACH에 따른 제한물질 목록 및 제한 내용과 비교한 것이다. 'β-나프틸아민과 그 염' 그리고 '4-니트로디페닐과 그 염'의 경우 우리나라에서는 함량이 1 % 이상인 혼합물의 제조 등을 금지하고 있지만 REACH의 제한제도에서는 0.1 % 이상 함유된 혼합물에 대해서 시장 판매 및 사용을 제한하고 있다. 백연의 경우 우리나라에서는 페인트에 2 % 이상 함유되지 않도록 금지시키고 있으나 REACH에서는 백연을 포함하여 탄산납(lead carbonate)이 페인트에는 사용되지 못하도록 제한하고 있다. 벤젠의 경우 우리나라에서는 고무풀에 5 % 이상 함유되지 않도록 금지시키고 있으나 유럽에서는 어떤 혼합물이던지 벤젠이 0.1 % 이상 함유되는 것을 제한하고 있다. 마지막으로 PCT의 경우 REACH에서는 PCT 자체 및 그것이 50 ppm (0.005 %)이상 함유된 혼합물에 대해서 시장 판매 및 사용하지 못하도록 제한하고 있으나 우리나라의 산안법에서는 PCT 자체와 그것이 1 % 이상 함유된 혼합물을 금지시키고 있어 산술적으로는 200 배의 차이가 있다.

<표 Ⅲ-13> 산안법 상 금지물질의 금지 내용과 REACH에 따른 제한물질의 제한 내용의 비교

연번	금지(제한)물질	CAS No.	산안법 금지 내용	REACH 제한 내용
1	β-나프틸아민과 그 염(β-Naphthylamine and its salts)	91-59-8	물질 및 해당 물질을 함유한 혼합물(함유된 중량의 비율이 1퍼센트 이하인 것은 제외한다)의 제조 등의 금지	2-Naphthylamine(CAS No 91-59-8): 물질 자체 및 **0.1 %**이상 함유된 혼합물에 대해서 시장 판매 및 사용하지 못하도록 제한
2	4-니트로디페닐	92-93-3		물질 자체 및 **0.1 %**이상 함

연번	금지(제한)물질	CAS No.	산안법 금지 내용	REACH 제한 내용
	과 그 염 (4-Nitrodiphenyl and its salts)			유된 혼합물에 대해서 시장 판매 및 사용하지 못하도록 제한
3	백연을 함유한 페인트(함유된 중량의 비율이 2퍼센트 이하인 것은 제외한다)	1319-46-6	제조 등의 금지	Lead carbonates: a) Neutral anhydrous carbonate ($PbCO_3$), CAS No 598-63-0 b) Trilead - bis (carbonate) - dihydroxide $2PbCO_3$-$Pb(OH)_2$ CAS No **1319-46-6** **페인트에 사용될 용도로는 그 물질 혹은 혼합물의 형태로 시장 판매 및 사용하지 못하도록 제한** 단, 회원국에 따라서는 ILO Convention 13에 따라 예술작품이나 역사적 건물의 복원 및 관리를 위한 용도로는 사용 및 판매 가능. 이런 예외를 인정한 회원국에서는 이 사실을 위원회에 알려야 한다.
4	벤젠을 함유하는 고무풀(함유된 중량의 비율이 5퍼센트 이하인 것은 제외한다)	71-43-2	제조 등의 금지	Benzene(CAS No 71-43-2) 장남감이나 장난감 부품의 중량 대비 5 mg/kg(0.0005 %) 이상 벤젠이 사용되면 안 됨. 이를 위반한 장남감이나 장난감 부품은 판매되어서는 안 됨. **물질 자체, 혼합물로서 중량 대비 0.1 % 이상 함유된 것**을 사용하거나 판매해서는 안 됨(단, 자동차 연료나 배출규제를 받는 물질이나 혼합물, 소비자용 천연 가스류 등은 제외)

연번	금지(제한)물질	CAS No.	산안법 금지 내용	REACH 제한 내용
5	석면(Asbestos; 등)	1332-21-4	물질 및 해당 물질을 함유한 혼합물(함유된 중량의 비율이 1퍼센트 이하인 것은 제외한다)의 제조 등의 금지	-
6	폴리클로리네이티드 터페닐(Polychlorinated terphenyls)	61788-33-8 등		PCT 자체 및 PCT가 **50 ppm (0.005 %)**이상 함유된 혼합물에 대해서 시장 판매 및 사용하지 못하도록 제한
7	황린(黃燐) 성냥(Yellow phosphorus match)	12185-10-3	제조 등의 금지	-

이처럼 현행 금지물질들의 금지 내용을 검토해보면 동일 물질들에 대해서 선진국에서 제한하는 내용에 비해 금지의 수준이 상대적으로 낮다는 것을 알 수 있다. 향후 산안법 시행령 29조 1항 10호에 명시된 바대로 '그 밖에 보건상 해로운 물질로서 산업재해보상보험및예방심의위원회의 심의를 거쳐 고용노동부 장관이 정하는 유해물질을 추가'하는 것에 앞서 현행 금지물질들의 금지 적용 조건을 보다 엄격하게 검토할 필요가 있다.

6) 제도의 효율적 운영방안

제도가 효율적으로 운영되고 있는지를 평가하기 위해서는 제도 운영 과정을 점검할 필요가 있다. 아래에서는 제한제도와 관련하여 유럽에서 시행하고 있는 제도 운영 평가의 사례를 살펴보고자 한다.

(1) REACH-EN-FORCE(REF) 운영

REACH 에서는 Forum을 통해 법집행에 관한 다양한 프로젝트를 조율하고 운영한다. 그 중의 하나가 REACH-EN-FORCE(REF) 프로젝트로써 이를 통

해 회원국가들 간의 법집행 수준을 조율한다. 또한 REACH, CLP 그리고 PIC(Prior Informed Consent Regulation; PIC, Regulation (EU) 649/2012) 등의 법률에 따라 사업주(industry)에게 주어진 특정한 의무가 잘 준수되고 있는지를 점검한다.

REF 프로젝트는 이 포럼에 참여하는 회원국들의 정부기구 내 감독관들에 의해 수행된다. 그들에 의해서 조사된 정보가 ECHA와 Working Group에 의해서 취합된다. REF 프로젝트의 궁극적인 목적은 회원국들의 법집행 수준을 고르게 향상시키는 것이고 동시에 REACH, CLP 그리고 PIC 등의 법률에 따른 등록자들의 규제 순응 수준을 높이는 것이다.

REF 프로젝트를 만들어가는 과정은 다음과 같다. 먼저, 포럼 멤버들, ECHA, 공인된 이해당사 조직들(accredited stakeholder organizations; ASOs)이 제안서를 제출한다. 이후 REF 프로젝트의 우선순위를 평가하는 Forum Working Group에서 프로젝트 검토 대상 리스트를 만든다. 마지막으로 총회에서(plenary meetings) 프로젝트를 선별하고 승인한다.[15]

이렇듯, Enforcement Forum에서는 법집행에 관한 경험과 노하우를 나누기 위한 포럼을 진행하는데 2009년에 처음으로 공동 프로젝트를 수행했다. 당시에는 화학물질을 제조하거나 수입하는 회사들이 사전등록을 했는지 그리고 물질에 대한 등록절차를 진행하고 있는지를 점검하는 주제의 포럼을 개최하였으며 물질안전보건자료(Safety data sheet; SDS)도 함께 점검했다.

두 번째 프로젝트는 2011년에 수행되었으며 REACH와 CLP에 규정된 혼합물 제조자의 책임에 대한 주제를 다루었다. 특히, 하위 사용자 자신들의 SDS 관리와 질에 대해서 집중적으로 다루었다.

세 번째 프로젝트는 2013-2014년에 개최되었는데, 제조자, 수입자 등이 등록에 있어 REACH 규정을 잘 지키고 있는지를 점검하였다. 2016년에는 제한의

15) European Chemical Agency Forum enforcement projects. https://echa.europa.eu/about-us/who-we-are/enforcement-forum/forum-enforcement-projects (accessed March 18).

집행에 대한 주제를 다루었는데 제품 내에 함유된 특정 유해 물질에 대해서 주로 논의하였다.[16]

<표 Ⅲ-14> Enforcement Forum의 연도별 주제

연도	Topic
2009	•처음으로 공동 프로젝트를 수행 •화학물질 제조・수입하는 회사들이 사전등록을 했는지 점검 •물질에 대한 등록절차를 진행하고 있는지를 점검 •Safety data sheet(SDS) 점검
2011	•REACH 와 CLP 에 규정된 혼합물 제조자의 책임 점검 •특히 하위 사용자 자신들의 SDS 관리와 질에 대해서 집중적으로 점검
2013-14	•제조자・수입자 등이 등록에 있어 REACH 규정을 잘 지키고 있는지 점검
2016	•제한의 집행에 대한 점검 •제품 내에 함유된 특정 유해 물질의 제한에 대해 주로 논의
…	…

(2) REF 운영 사례

가) REF-4 Project. Harmonized Enforcement Project on Restriction[17]

네 번째로 진행된 프로젝트로써 제한제도가 원활하게 수행되고 있는지를 점검하는 주제를 담고 있다. 조사 대상 물질은 제한 대상이 되는 14개의 물질군(14 restriction entries.)에 해당하는 것들로써 유럽연합 국가들에서 이전에 진

16) Swedish Chemical Agency Enforcement cooperation. https://www.kemi.se/en/inspectors/enforcement-cooperation (accessed March 18).

17) European Chemicals Agency, FORUM REF-4 PROJECT REPORT. Harmonised Enforcement Project on Restrictions. European Chemicals Agency,: 2018.

행된 조사에서 규제 순응의 정도가 가장 낮았던 물질들에 대해서 점검을 진행했다. 또한 RAPEX와 ICSMS(internet-supported information and communication system for the pan-European market surveillance) systems) 등을 통해서 다수 고지된 물질을 대상으로 점검을 진행했다. 총 29개국이 참여했으며 27개국에서 제출된 조사 결과를 반영하여 보고서가 작성되었다.

조사 대상 제품은 혼합물 1,009개, 완제품 4,599개, 단일 제품 17개를 포함하여 총 5,625개 제품들이었다. 조사의 대부분은 혼합물이나 완제품 내에 제한 대상 물질이 함유되어 있는지를 확인하기 위한 화학적 분석을 통해 이루어졌다. 제한에 대한 규제에 어긋나고 있다고 점검된 비율은 평균 18 %였고 규제에 순응하지 않은 비율이 가장 높았던 것은 장난감 내의 프탈레이트 함유와 경납(brazing fillers)의 카드뮴 함유였다.

조사 결과에 대한 권고사항으로써 규제를 어기고 있는 비율이 높고 위험이 큰 제한 사항에 우선적으로 집중해서 관리해야 한다는 것, 규제 순응 평가를 위한 화학물질 분석 체계 구축이 필요하다는 것, 집행 기관과 세관의 협조가 필요하다는 것(물질, 혼합물, 제품에 대한 정보 공유 등을 위해), 그리고 회사의 적극적인 제품 분석 및 공급망 간의 투명한 정보 공유가 필요하다는 것 등이 제안되었다.

나) REF-5 Project Report__eSDS, ES, RMMs and OCs[18)]

가장 최근에 진행된 프로젝트 결과물이다. 공급망에서의 안전한 사용에 관한 정보가 어떻게 취합되고, 소통되고, 실행되고 있는지를 점검하기 위해 이 프로젝트가 수행되었다. 즉, 확장 물질안전보건자료(extended safety data sheet; eSDS)와 화학물질안전성보고서(chemical safety report; CSR) 등에 관한 준수

18) European Chemicals Agency, Harmonised Enforcement Project REF-5 on extended safety data sheets, exposure scenarios, risk management measures and operational conditions. European Chemicals Agency,: 2018.

사항들이 잘 지켜지고 있는지, 공급망을 통해서 물질안전보건자료(safety data sheet; SDS)가 어떻게 전달되고 있고 이용되고 있는지, 노출시나리오에 기술된 바대로 현장에서 위험관리 조치가 실행되고 운전 조건들이 지켜지고 있는지 등을 조사했다.

이 조사를 통해 eSDSs에 대해 인식도를 높이고 이와 관련된 제도들이 현장에서 어떻게 준수되고 있는지를 가늠할 수 있게 되었다. 또한 특히, 유해 물질을 취급하는 노동자들이 안전과 관련된 정보를 제대로 전달받는지를 확인하고 안전을 담보하기 위한 조치들이 제대로 실행되는지를 감독할 수 있었다.

감독 대상이 된 물질들은 화학물질의 안전성 평가를 수행하고 그에 따라 CSR을 작성해야 할 의무가 발생하는 물질, 즉, 등록된 물질로써, 연간 10톤 이상이 사용되고 유해성이 있다고 분류되거나 혹은 잔류 및 생물농축 독성 물질(persistent, bioaccumulative and toxic substances; PBT) 고잔류성 및 고생물농축성 물질(very persistent and very bio-accumulative; vPvB)로 분류되는 물질들을 대상으로 감독을 실시했다.

조사 대상이 되는 그룹은 크게 세 그룹으로 나뉘는데, 일차 공급자(예; 물질등록자, Cluster 1), 공급자(예; 혼합물 제조자 및 유통업자를 포함하는 하위사용자, Cluster 2) 그리고 사용자(예; 공급망에서의 최종 사용자, Cluster 3) 등이다.

29개의 유럽연합 국가들에서 총 898건의 방문감독이 이루어졌고 375개의 물질들에 대한 조사가 이루어졌다. 감독을 받은 회사의 71 %는 중소규모의 사업장들이었다. 조사 대상 그룹별로 이루어진 감독은 각각 302건, 270건, 그리고 519건이었다.

898개의 회사들 중에서 REACH 조항을 하나라도 어긴 기업은 163개(18 %)였다. 이 회사들에서 발견된 위반은 총 296건이었다. 대부분의 위반은 일차 공급자(cluster 1, 42 %)에게서 나타났고 나머지 그룹들은 비슷한 수준의 위반율을 보여주었다. 구체적으로는 도소매 기업들의 위반율이 31 %로써 가장 높았

으며 그 다음으로 화학물질과 그와 관련된 제품을 제조하는 기업들의 위반율이 높았다(20 %).

375개의 물질에 해당하는 1,453건의 eSDS를 조사한 결과 243개의 eSDS는 일부 정보가 누락된 상태였다. 요건을 충족하지 못한 사례로써 가장 많은 빈도를 차지한 것이 스타이렌과 에탄올에 대한 보고서들이었는데, 이 두 물질은 가장 많이 등록된 상위 20개 물질에 해당하는 것들이었다. 이 보고서들이 위반하고 있는 내용은 공급자들이 그들의 상위 공급자에게 SDS에 반영되어야 하는 추가적인 정보를 제공하지 않은 것이었다. 이 말인즉슨, 이러한 물질들이 원래 기대되는 것과는 다른 조건과 목적으로 사용되고 있다는 것을 뜻한다. 또한 에탄올, 아세톤, 그리고 메탄올과 같은 물질들, 즉, 상대적으로 양질의 정보를 갖고 있을 것이라고 기대되었던 물질들 역시 위반된 사항으로 감독된 빈도가 상당이 많았다. 따라서 이와 같은 물질들에 대한 감독이 집중되어야 함을 알 수 있었다.

감독관들은 물질에 대한 eSDS에 따른 노출 시나리오 내용이 제대로 전달되고 있는지도 확인하였다. 7 %의 회사들이 이 사항을 위반하고 있었다. 또한 eSDSs에 기술된 용도대로 사용되고 있는지도 점검되었는데 6 %의 회사들에서 CSR에 기록된 용도와 다른 용도로 물질이 사용되고 있었다.

Cluster 1에서의 SDS를 검토한 결과, 노동자 보호를 위해 필요한 정보가 노출 시나리오와 함께 잘 반영되어 있는 것으로 파악되었다. 그러나 노출 시나리오에서 작업 조건(operational conditions)을 제대로 명시하지 않은 경우가 5 %의 케이스(총 감독수=284건)에서 발견되었고 노동자 보호를 위한 위험관리조치(RMMs)가 노출 시나리오에 기입되어 있지 않은 경우가 8 %의 케이스(총 감독수=285건)에서 발견되었다. 또한 감독된 케이스 중(총 감독수=257건)에서 10 %에 해당하는 경우에서 sSDS의 section7과 section8에 기록된 노동자 보호에 대한 정보가 eSDS의 부록으로 전달된 노출 시나리오의 내용과 달랐다.

Cluster3에서의 상황을 점검한 결과, 24 %의 케이스(총 감독수=519건)에서

유해한 물질을 사용하고 있는데도 그에 해당하는 eSDS를 받지 못하고 있었고 그 들 중에서 10 %에서는 노동자들이 안전한 사용에 대한 정보를 얻지 못하고 있었다.

(3) 국내 적용 방안 제안

유럽의 사례를 고찰해보면 정책을 집행함에 있어서 정책의 효율적이고 효과적인 집행을 위해 단계별로 문제점과 개선과제를 찾아내기 위한 노력을 집중하고 있다는 것을 알 수 있다. 예를 들어서, REACH 발효 초기에는 관련 주체들이 등록절차를 잘 지키고 있는지를 점검하고 이후에는 REACH 등록에서 핵심자료 중 하나인 물질안전보건자료의 작성의무를 잘 지키고 있는지를 점검하고 있다. 최근에는 REACH에 따라 제한 물질로 분류되고 있는 것들이 제한의 조건에 맞게 시장에서 제대로 유통되고 있는지를 조사하였다. 이에 그치지 않고 등록된 자료 및 물질안전보건자료에 따라 제한이 설정된 물질들이 각 작업현장에서 주어진 조건대로 엄격하게 취급되고 있는지를 감독하는 데까지 연장되고 있다.

유럽의 사례에서 참고할 수 있는 것은 첫째, 정책이 제대로 운영되고 있는지를 평가할 수 있는 사후 관리 시스템을 갖고 있다는 것이다. 둘째는, 시의 적절한 주제를 통해 정책을 운영하는 데 필요한 개선 과제를 도출해 내서 보다 나은 정책 운영을 위한 지침으로 활용한다는 것이다. 셋째, 기존의 행정력과 감독권을 활용해서 제한 제도가 원활하고 적합하게 실행되고 있는지를 점검하고 있다는 것이다.

향후 산안법 내에서 제한 제도가 안정적으로 정착된다면 유럽의 시스템을 벤치마킹해서 효과적인 제도 운영에 활용될 수 있도록 할 필요가 있다. 예를 들어, Forum처럼 제도 운영의 사후 평가를 담당할 수 있는 프로그램을 만들

필요가 있다. 또한 제한 대상이 되는 물질들에 대해 해당 물질을 제조 및 수입하는 주체나 사용하는 주체들이 제한의 내용에 맞게 제조하거나 유통하거나 혹은 사용하는지를 점검할 수 있을 것이다. 그리고 감독관과 같이 현장을 감독할 수 있는 감독권을 활용하여 각 산업현장에서 특정 물질의 취급 과정에서 정해진 조건을 지키는 범위에서 작업이 이루어지고 있는지를 점검할 수 있는 프로그램을 운영할 수도 있을 것이다.

가장 합리적이고 현실적인 방안은 제한이 설정된 물질이 제한된 내용대로 시장 내에서 제대로 유통되고 있는지를 조사하는 프로그램을 개발하는 것과 고용노동부의 감독관들의 감독권을 활용해서 제한이 설정된 물질들이 각 작업현장에서 제한의 내용에 맞게 적합하게 사용되고 있는지를 감독하는 프로그램을 개발하는 것이라고 판단된다.

예를 들어서, 벤젠의 경우 희석제나 세척제의 용도로써 만들어진 제품의 경우에 벤젠 함량이 제품 내 0.1 % 미만을 유지해야 한다는 제한이 설정된다면, 온/오프라인을 통해서 시장 내에서 구입할 수 있는 각 용도의 제품들을 대상으로 벤젠 함유량을 조사하거나 혹은 제품의 표시에 대한 사항들을 점검함으로써 노동자를 보호하기 위한 제한의 조치들이 제대로 지켜지고 있는지를 조사하는 사업을 기획할 수 있을 것이다. 또는 디클로로메탄의 경우, 유럽의 REACH에서 제한하고 있는 내용처럼 일반인과 전문가용으로는 판매하지 못하도록 하고 엄격한 조건 내에서만 산업용으로 사용할 수 있도록 유예할 수 있는 제한 조건이 설정된다면, 벤젠의 경우처럼 시장조사를 기획할 수도 있을 것이고 또는 감독관들로 하여금 페인트제거제로써의 용도로 사용되고 있는 작업현장의 감독을 통해 관련 작업자들의 훈련 및 교육 그리고 숙련도의 점검, 국소배기장치의 설치, 개인보호구의 지급 및 착용, 그리고 작업환경측정을 통한 안전한 작업 상황의 확인과 같이 안전을 담보할 수 있는 엄격한 조건 내에서 디클로로메탄의 사용이 관리되고 있는지를 점검하는 프로그램을 기획할 수 있을 것으로 예측된다.

2. 제한 결정을 위한 국내 자료의 활용가능성

1) 제한 검토 대상 물질 리스트 확보 방안

앞서 살펴본 바와 같이 유럽의 경우에는 CoRAP 리스트가 먼저 만들어지고 평가할 물질을 할당받은 회원국들로부터 제출된 각 물질에 대한 평가 결과를 토대로 받아들이기 어려운 위험이 발견된다면 이를 관리하기 위한 조치로써 제한이나 허가 혹은 CLP(Classification, Labelling and Packaging Regulation)와 같은 법률의 적용이 필요한지 구분된다. 국내에도 화평법이 실행되고 있어 유럽과 비슷한 시스템을 운영하게 된다면 제한이나 허가 등이 필요한 물질의 리스트를 만들고 적합한 평가를 거쳐 행적적인 조치로써 제한이나 허가 등을 설정하게 될 것이다. 그러나 화평법이 안정적으로 정착되기 전까지 당분간은 위와 같은 시스템을 구축하기 어려울 것으로 전망된다.

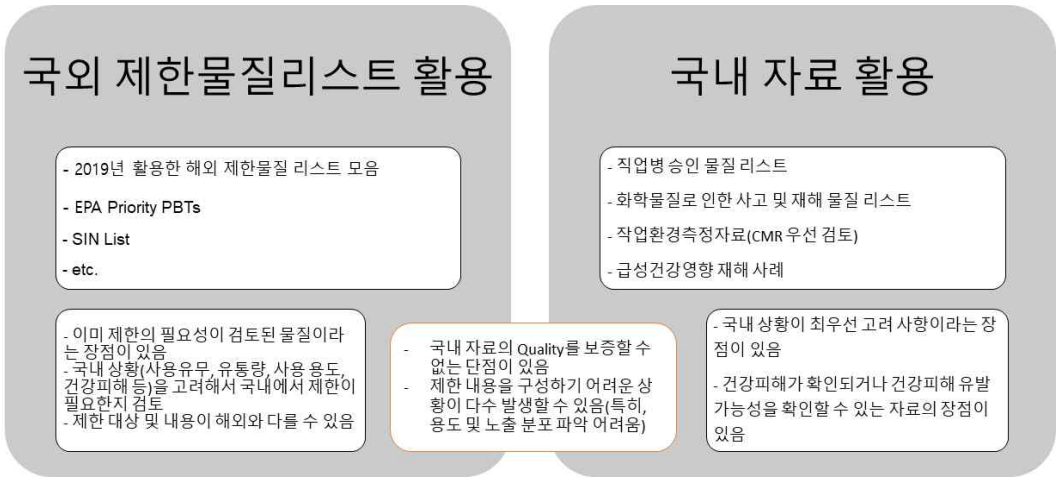
따라서 본 연구에서는 국내에서 제한에 대한 검토가 필요한 물질 리스트를 선정하기 위한 틀을 구성하기 위해 활용 가능한 국내외 자료를 고찰하였다. 우선, 2019년 연구에서 선행 검토한 국외 제한물질 리스트를 재검토 하였다. 각국이나 기구들에서 특정 물질들에 대한 제한 리스트를 만든 이유를 검토하였고 새롭게 업데이트된 바가 있는지를 검토하였다. 이 리스트들은 이미 제한의 필요성이 검토된 물질이라는 장점을 갖고 있다. 그러나 국내 상황(사용유무, 유통량, 사용 용도, 건강피해 등)을 고려해서 국내에서 제한이 필요한지 추가적인 검토가 필요하다. 또한 해외에서 시행하고 있는 제한 대상 및 내용이 국내의 상황과 다를 수 있으므로 면밀한 검토가 필요하다. 그럼에도 불구하고 이 자료가 향후 국내 제한 물질 검토 대상 리스트를 만드는 데 있어 기본 자료로 활용

하였다.

두 번째는 국내에서 화학물질 노출로 인해 직업병으로 인정된 사례들의 자료를 검토해 보았다. 즉, 어떤 직업 및 공정에서 어떤 물질을 취급하다가 어떤 질병이 다발하고 있는지를 검토해서 특정 물질이 특정 용도에서 사용됨으로써 심각한 질병이나 사고가 다발하고 있는지를 검토했다. 일정한 분포에 대한 패턴이 읽혀진다면 제한을 검토해야 하는 물질 리스트를 만드는데 도움이 될 것으로 판단하였다.

세 번째는 화학물질 노출과 관련된 사고에 대한 자료를 검토해 보았다. 화학물질에 대한 만성적 노출로 인한 질병뿐만 아니라 급성적으로 나타날 수 있는 심각한 수준의 사고 혹은 사망의 사례들을 검토하여 특정 물질이 특정 용도에서 그러한 경향을 만들고 있는지를 검토하였다. 이와 같은 검토 결과에서 일정의 패턴이 분석된다면 이 역시 제한을 검토해야 하는 물질 리스트를 만드는데 도움이 될 것으로 판단하였다.

국내에서 생산된 자료의 경우 국내 상황이 그대로 반영된 정보라는 장점이 있다. 즉, 건강피해가 확인되거나 건강피해 유발 가능성을 확인할 수 있는 자료의 장점을 갖고 있다. 그러나 국내 자료의 Quality를 보증할 수 없는 단점이 있는 것이 현실이다. 또한 용도 및 노출 분포 파악이 어려워서 제한 내용을 구성하기 어려운 상황이 발생할 수 있는 단점 역시 갖고 있다.



[그림 Ⅲ-3] 제한 검토 대상 물질 리스트 마련을 위한 국내외 자료의 활용 방안.

각 자료가 갖고 있는 장단점은 위 그림에서 정리하고 있는 것처럼 분명하다. 그럼에도 불구하고 이상의 자료들에 대한 분석 결과를 종합하면 향후 제한 물질 검토 대상 리스트를 만들기 위한 방안을 마련할 수 있을 것이다.

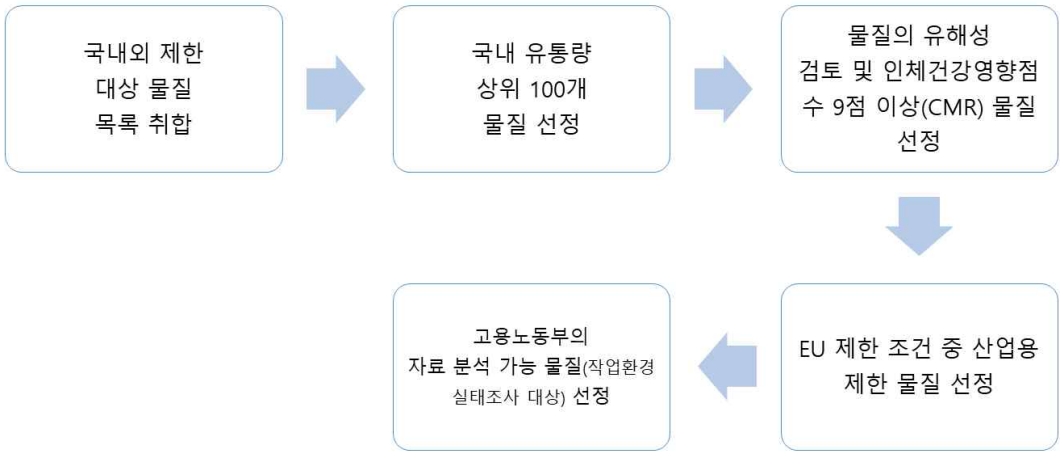
(1) 2019년 작성 리스트 리뷰 및 업데이트

본 연구에서는 2019년에 작성되었던 제한 검토 대상 물질 리스트를 리뷰하면서 좀 더 현실적으로 검토 가능한 리스트를 만들기 위해 2019년에 적용했던 기준을 일부 수정했다. 그리고 검토 대상 리스트를 만들기 위해 참고했던 국내외의 제한 물질 리스트의 업데이트 상황을 동시에 고려하였다.

제한 검토 대상 리스트를 만들기 위해 참고한 국내외 리스트는 우리나라 환경부의 중점관리물질, 고용노동부의 CMR 분류 물질, 고용노동부의 특별관리물질, EU의 허가를 위한 고위험우려물질 후보 목록(Candidate list of substances

of very high concern for authorisation), EU의 허가대상물질 목록(Authorisation list), 그리고 EU의 제한대상물질 목록(Restriction list) 등 6가지 목록(제한 검토 물질 취합 리스트)이었다. 기존 리스트에서 단일물질이 아닌 물질군으로 제시되어 있는 경우 국제 자동차 신고 대상 물질 목록(Global automotive declarable substance list, GADSL)을 활용하여 각 물질군에 해당되는 물질들이 누락되지 않도록 하였다. 제한 검토 물질 취합 리스트 구축 시 단일물질이 아닌 물질군으로 그룹화가 가능한 경우와 동일한 물질군이 세분화되어 그룹이 나눠져 있는 경우는 물질군을 재분류하였다. 예를 들어, 석유정제산물의 경우 혼합물로서 EU에서 이들 물질의 발암성과 변이원성을 벤젠, 1,3-부타디엔, 벤조(a)파이렌의 함유 여부에 따라 결정짓고 있어 각각을 물질군으로 재분류하였고, 수은 및 수은 화합물과 페닐수은 화합물은 하나의 그룹인 수은 화합물로 재분류하였다.

제한 검토 물질 취합 리스트를 구축한 후 국내 상황을 반영한 제한 검토 대상 물질 선정은 2016년 환경부 유통량 정보, EU European union risk ranking method (EURAM)에 따른 인체건강영향점수(Human health effects score, HEF), EU의 제한 조건(산업용 제한 혹은 소비자용 제한 등의 조건), 그리고 작업환경실태조사의 대상 여부를 활용하였다. 제한 검토 고려 대상 물질에 대한 전반적인 선정절차는 다음 그림과 같았다.



[그림 Ⅱ-4] 제한 검토 대상 물질 선정절차.

국내외 제한 리스트를 취합 한 이후의 선정 기준을 다시 요약하자면 첫째, 국내 유통량 100위 이내, 둘째, HEF의 최대값 9점 이상, 셋째, EU에서 산업용 용도로 제한 내용을 설정했는지 여부, 넷째, 고용노동부의 자료 분석 가능성이 높은 작업환경실태조사 대상물질 여부 등이다.

국내 유통량 정보는 2019년 연구에서 활용한 정보, 즉, 정보공개 포털사이트에 공개된 화학물질관리법에 따른 화학물질조사 결과를 웹크롤링(web-crawling)하여 수집한 것이다. 유통량 정보는 범주형으로 공개되어 있어 당시 자료를 활용한 바대로 최소값을 사용하였고, 0.1 미만으로 공개된 정보는 절반인 0.05를 사용하여 아래 표와 같이 재분류하였다.

<표 Ⅱ-15> 환경부의 화학물질조사결과 정보공개 중 연간 사용·판매량 구분 및 범주와 본 연구에서의 환산값

환경부 포털사이트		본 연구 환산값 (톤/년 또는 ㎥/년)
연간 사용·판매량 구분	중량(톤/년) 또는 부피단위(㎥/년)	
01	0.1 미만	0.05
02	0.1 - 0.5	0.1
03	0.5 - 1.0	0.5
04	1 - 2.5	1
05	2.5 - 5.0	2.5
06	5 - 20	5
07	20 - 200	20
08	200 - 1,000	200
09	1,000 - 5,000	1,000
10	5,000 이상	5,000

HEF는 EU CLP의 H-code를 이용하여 산출하였다. 그리고 그 중에서 가장 높은 값을 할당하여 아래 표에서와 같이 정리하였다.

<표 Ⅱ-16> EURAM의 인체영향점수(HEF)

발암성	생식세포 변이원성	생식독성	호흡기 과민성	반복 독성	급성독성	자극성	피부 과민성	HEF
H350	H340	H360	-	-	-	-	-	10
H351	H341	H361, H362	-	-	-	-	-	9
-	-	-	-	-	-	-	-	8
-	-	-	H334	H372	-	-	-	7
-	-	-	-	H373	-	H314, H318	H317	6
-	-	-	-	-	-	H315, H319, H335, H336	-	5
-	-	-	-	-	H300, H310, H330	-	-	4
-	-	-	-	-	H301, H311, H331	-	-	3
-	-	-	-	-	H302, H312, H332	-	-	2
-	-	-	-	-	-	-	-	1

EU의 제한 조건은 2019년 연구에서 정리해 두었던 제한 조건을 적용하였다. 또한 최근에 EU 제한물질에 새롭게 두 가지 물질군이 추가되었으므로 이들 물질군에 적용된 제한 조건을 검토하여 산업용 제한 내용이 있는지를 고려하여 적용하였다.

<표 Ⅱ-17> ECHA의 제한물질 제한 조건 요약

물질 및 물질군	제한의 조건 요약
1,1,2,2-Tetra -chloroethane	일반인 용도의 물질 혹은 혼합물일 경우, 혹은 표면세척이나 섬유세정 용도에 사용할 목적으로 만들어진 경우에, 물질 자체 및 0.1 % 이상 농도로 함유된 혼합물로서 시장에 유통 및 사용 안 됨.
1,1,2-Trichloro -ethane	일반인 용도의 물질 혹은 혼합물일 경우 혹은 표면세척이나 섬유세정 용도에 사용할 목적으로 만들어진 경우에, 물질 자체 및 0.1 % 이상 농

물질 및 물질군	제한의 조건 요약
	도로 함유된 혼합물로서 시장에 유통 및 사용 안됨
1,1-Dichloro -ethene	일반인 용도의 물질 혹은 혼합물일 경우 혹은 표면세척이나 섬유세정 용도에 사용할 목적으로 만들어진 경우에, 물질 자체 및 0.1 % 이상 농도로 함유된 혼합물로서 시장에 유통 및 사용 안됨.
1,4-Dichloro -benzene	화장실, 집, 사무실, 혹은 다른 실내 공공장소에 공기 청정의 목적으로 사용하기 위해 어진 경우, 물질 자체 및 1 % 이상 농도로 함유된 혼합물로서 시장에 유통 유통 및 사용 안됨.
1-methyl -2-pyrrolidone	제조자, 수입자, 그리고 하위 사용자가 **호흡노출로서 14.4 ㎎/㎥ 그리고 피부노출로서 4.8 ㎎/㎏/day 에 대한 DNEL을 SDS 등에 포함**시키지 않을 경우 0.3 % 이상 함유된 혼합물 혹은 물질 자체의 판매 금지(2020. 5. 9 일 이후). 또한 코팅와이어 공정에서 사용되는 솔벤트로써 사용되는 용도는 예외.
2-(2-butoxy -ethoxy)ethanol (DEGBE)	소비자들을 대상으로 출시되는 제품에는 에어로졸로 비산시키는 스프레이 페인트나 스프레이 세척제의 성분으로 3 % 이상 함유되어서는 안 됨(2010년 6월 27일 이후).
2-(2-methoxy -ethoxy)ethanol (DEGME)	일반 소비자들을 대상으로 판매되는 제품으로서 페인트, 페인트 제거제, 세척제, 자체 광택제(self-shining emulsion) 혹은 바닥 마감제의 성분으로 0.1 % 이상 함유되어서는 안 됨(2010년 6월 27일 이후).
4-Aminobiphenyl xenylamine and its salts	**물질 자체로서 혹은 0.1 % 이상 농도로 함유된 혼합물**로서 시장에 유통 및 사용 안 됨.
Acrylamide	그라우팅(시멘트 주입) 용도의 경우에, **물질 및 0.1 % 이상 농도로 함유된 혼합물**로써 시장에 유통 및 사용 안 됨(2012년 11월 5일 이후).
Ammonium nitrate (AN)	비료 용도의 제품에 암모늄 나이트레이트의 함량을 질소 기준으로 28 % 이상 초과해서 출시해서는 안 됨(2010년 6월 27일 이후). 다음의 용처를 제외하고는 물질 및 16 % 이상 함유된 혼합물을 판매해서는 안 됨(2010년 6월 27일 이후). 면허를 받은 자가 사용하는 경우, 전업 혹은 파트타임 농부가 사용할 경우, 그리고 전문가에 의한 사용은 제외 됨.
Arsenic compounds	선체 / 우리, 부표, 그물, 그리고 기타 장비들 / 전체 혹은 부분이 잠기게 제작된 설비 등에 사용하도록 만든 제품에는 물질 자체 및 혼합물로서 함유된 것이 시장에 유통되거나 사용되어서는 안 됨. 공업용수의 용도에 상관없이 그것이 처리되는 곳에 사용해서는 안 됨. **나무를 보존하기 위한 용도로 사용되어서는 안 됨.** 특히 그렇게 처리된 나무를 판매해서는 안 됨. 일부 예외 조건 있음; 일반인 접근이 차단되 곳에서 산업용 및 전문가 용도로 사용될 수 있음. 시장에 판매될 경우에는 나무 제품에 **“이 나무를 취급할 경우 장갑 착용할 것. 이 나무를 자**

물질 밀 물질군	제한의 조건 요약
	르거나 다른 공작 작업을 할 경우에는 분진 마스크와 눈 보호 장구를 착용할 것. 등의 내용 표기.
Azocolourants and Azodyes	아조 염료 중에서 Appendix 10에 수록된 분석 방법에 따라 30 mg/kg (0.003 % 중량비) 농도 이상의 방향족 아민(Appendix 8에 등재된 방향족 아민)을 방출할 수 있는 것은 장기적이고 직접적으로 노출될 수 있는 섬유와 가죽 소재에 사용되어서는 안 됨. 구체적으로는 다음의 제품이 해당된다. 의복, 침구류, 수건, 부분 가발, 가발, 모자, 기저귀 및 다른 위생용품, 침낭 / 신발, 장갑, 손목시계 스트랩, 손가방, 지갑, 서류가방, 의자 덮개, 목에 거는 지갑 등 / 직물 혹은 가죽 의류를 포함한 직물 혹은 가죽 소재의 장난감 / 최종 소비자 제품에 사용되는 실과 직물. **Appendix 9, "아조 염료 리스트"에 등재된 것들은 천과 가죽 제품을 염색시키기 위한 용도로 만들어진 경우, 물질 자체로서 혹은 0.1 % 이상 농도로 함유된 혼합물로서 시장에 유통되거나 사용되어서는 안 됨.**
Benzene	**물질 자체, 혼합물로서 중량 대비 0.1 % 이상 함유된 것**을 사용하거나 판매해서는 안 됨(단, 자동차 연료나 배출규제를 받는 물질이나 혼합물, 소비자용 천연 가스류 등은 제외)
Benzidine and its salts	**물질 자체로서 혹은 0.1 % 이상 농도로 함유된 혼합물**로서 시장에 유통되거나 사용되어서는 안 됨.
Cadmium and its compounds	**합성 유기 폴리머(플라스틱 물질)를 사용하여 만들어지는 혼합물 및 제재에 사용되어서는 안 됨. 카드뮴 판금의 목적일 경우에 특정 장비(음식 생산, 농업, 냉장냉동, 인쇄 및 제본)나 제품의 생산(가구, 위생용품, 중앙 난방 및 냉방 등)에서는 카드뮴 판금 제품이나 그것이 함유된 제품을 사용해서는 안 됨. 0.01 % 이상의 함량 경납(brazing fillers)을 사용할 수 없음.** 안전 및 국방용의 경납은 열외 됨. 보석류 및 기타 장신구에 0.01 % 이상 함유되어서는 안 됨.
Chloroethene	**어떤 용도에서라도** 에어로졸을 분사시키는 추진제로서 사용되어서는 안 됨.
Chloroform	일반인들에게 제공될 목적으로 만들어진 물질 혹은 혼합물일 경우 ...물질 자체 및 0.1 % 이상 농도로 함유된 혼합물로서 시장에 유통 및 사용되어서는 안 됨.
Chromium VI compounds	**시멘트와 시멘트가 함유된 혼합물**은 수화되었을 때 시멘트 건조 중량의 2 mg/kg (0.0002 %)의 수용성 육가크롬을 함유할 경우, 시장에 판매 및 사용 안 됨.
Cyclohexane	일반인들에게 시판(for the first time)되는 것으로서 ...포장재에 0.1 % 이상의 사이클로헥산이 함유된 neoprene-based 접착제가 사용되어서는 안 됨(2010. 6. 27일 이후).
Dichloromethane	디클로로메탄을 함유한 **페인트 제거제로서 0.1 % 이상을 함유한 경우,**

물질 및 물질군	제한의 조건 요약
	2010. 12. 6일 이후로는 일반인이나 **전문가용**으로 출시 안 되며, 2011. 12. 6일 이후에는 ...판매되어서는 안 되며, 2012. 6. 6일 이후로는 전문가용으로 사용되어서는 안 됨(일부 예외 조항은 본문 참조, 대부분 전문가 사용 조건에 대한 예외 사항을 언급). 0.1 % 이상으로 함유되어 있더라도 일부 조건이 만족된다면 산업설비(페인트 제거를 위한 설비)에 사용할 수 있음. ...
Entry 31 Creosote	**나무를 처리하기 위한 용도로 만들어진 물질 혹은 혼합물을 판매하거나 사용해서는 안 됨.** 특히, 그렇게 처리된 나무 역시 판매되어서는 안 됨. 그러나 원래 있던 자리에서의 목재를 처리하기 위해 산업용 설비에 사용된 나무를 처리하거나 **노동자를 보호하기 위해 제정된 지역 법률의 적용을 받는 전문가에 의해 나무를 처리하게 될 때 특정 조건을 만족할 경우 사용 가능함**. ...
Hexachloro -ethane	**비철금속의 가공 혹은 제조에 사용될 목적의 물질 자체 혹은 혼합물**은 판매 및 사용되면 안 됨.
Lead and its compounds	보석제품의 어느 부품에라도 0.05 % 이상 함유되어서는 안 됨. (유리, 원석, 에나멜 등은 제외)
Mercury & Mercury compounds	체온계 사용금지. 일반인들에게 판매되는 측정기(혈압계, 압력계, 체온계 이외의 온도계)에 사용금지. ... 2014년 4월 10일 이후로는 비중병(pycnometer)과 연화점을 측정하는 장비에 전문가 및 산업용으로 제작된 수은 함유 측정장비를 사용할 수 없음. 산업용 및 전문가용에 대한 제한에도 불구하고 2007년 10월 3일 기준 50년 이상 된 측정기와 문화행사 및 기록의 목적을 위한 전시에 공개되는 것들은 예외가 됨.
Methanol	2019년 5월 9일 이후로 일반인에게 판매되는 워셔액이나 성애제거제에 0.6 % 이상 함유되어서는 안 됨.
Methylene -diphenyl diisocyanate (MDI)	2010. 12. 27일 이후로는 포장재에 다음을 지키지 않는 이상 일반 소비자들에게 MDI가 0.1 % 이상 함유된 제품 판매 금지. ...
Nickel and its compounds	귀와 다른 신체 부위에 뚫어서 넣는 부속품으로서 0.2 μg/㎠/week 이상 용출되는 것 사용 제한. ...
Nonylphenol & ethoxylates	2021년 2월 3일 이후로는 제품의 일반적인 전 생애 동안 직물 혹은 직물 구성부위의 총량 대비 0.01 % 이상의 농도가 씻겨져(wash-off) 나갈 것으로 예측되는 것은 판매되어서는 안 됨. 그러나 중고 직물제품 혹은 NPE를 사용하지 않은 재활용 직물로만 만들어진 새 제품에는 이것이 적용되지 않음.
Octamethylcyclo	2020년 1월 31일 이후로는 씻겨져 나가는 화장품 제품에서 0.1 % 이상

물질 및 물질군	제한의 조건 요약
-tetrasiloxane (D4); Decamethylcyclo -pentasiloxane (D5)	함유되어서는 안 됨.
Perfluorooctanoic acid and its salts	2020년 7월 4일 이후로는 **제조 및 판매되어서는 안 됨.** 2020년 7월 4일 이후로는 다른 물질의 성분, 혼합물, 제재에서 그 함량이 염을 포함하여 PFOA 농도가 25 ppb 이상인 경우 혹은 PFOA와 관련된 물질 및 그들의 조합 함량이 1,000 이상인 경우는 생산에 사용되어서는 안되고 그 형태로 판매되어서도 안 됨. ...
Phthalates	플라스틱, 장난감, 육아용품에 총량 0.1 % 이상 사용되면 안됨. ...
Polycyclic-aromatic hydrocarbons (PAH)	2010년 1월 1일부터 증량 오일(extender oil)은 판매할 수 없고 **타이어 및 타이어 부품의 생산에 사용될 수 없음**(BaP가 1 mg/kg 이상 함유되어 있거나 리스트된 PAHs 총량이 10 mg/kg 이상인 경우). ...
Toluene	일반인들이 사용하는 용도로의 스프레이 페인트 및 접착제에 물질 혹은 혼합물로서 0.1 % 이상 함유되어서는 안 됨.
Trichlorobenzene	**물질 자체로서 혹은 0.1 % 이상 농도로 함유된 혼합물**로서 시장에 유통되거나 사용되어서는 안 됨. ...
이하, 새로 추가된 제한 물질 리스트	
Diisocyanates	2023년 8월 24일 이후 다음의 조건이 충족되지 않는다면 산업용 및 전문가용 혼합물 또는 다른 물질의 구성성분으로 사용해서는 안됨. 즉, 디이소시아네이트의 농도는 중량 기준 0.1% 미만이어야 함. 혹은 사업주 및 자영업주는 산업용 혹은 전문가 용도로 이소시아네이트를 안전하게 사용할 수 있는 훈련을 충분하고 성공적으로 마친 후에 사용할 수 있도록 해야 함. 2022년 2월 24일 이후 다음의 조건이 충족되지 않는다면 산업용 및 전문가용 혼합물 또는 다른 물질의 구성성분으로 판매될 수 없음. 즉, 디이소시아네이트의 농도는 단일 종류이던지 혹은 여러 종류의 혼합이던지 간에 그 중량 기준 0.1% 미만이어야 함. 혹은 공급자가 이소시아네이트 물질 및 그 혼합물을 제공함에 있어 1항의 b에 언급된 요구 조건, 즉, 사업주나 자영업주가 산업용 및 전문가 용도로 안전하게 사용할 수 있도록 충분하고 확실한 훈련을 마친 후에 사용해야 한다는 정보를 수령자에게 확실하게 받을 수 있도록 해야 한다. 그리고 포장지에 다음의 문구가 포장지의 다른 정보와 명백하게 구분되어 잘 보일 수 있도록 적시되어 있어야 한다. “2023년 8월 24일 이후로는 전문가용 혹은 산업용으로 사용하기 전에 적절한 훈련을 받아야 함”
(3,3,4,4,5,5,6,6,7,7	2021년 1월 2일 이후로는 단일 물질로써 혹은 다른 이성질체의 혼합된

물질 및 물질군	제한의 조건 요약
,8,8,8-tridecafluorooctyl) silanetriol	형태로써든 간에 스프레이 제품형태에서 유기용제를 함유한 혼합물 내 농도가 2 ppb 이상인 제품은 일반인들에게 판매될 수 없음. 전문가용으로 판매되는 제품으로써 유기용제와 함께 (3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8 - tridecafluorooctyl) silanetriol and/or TDFAs가 함유된 스프레이 제품의 포장지에는 pictogram GHS06과 함께 다음의 문구가 명시되어야 한다. “전문가용으로만 사용” 그리고 “흡입되면 치명적임”

국내외 제한 리스트 취합을 통해 총 620종(3704개)의 물질 및 물질군이 제한 검토 물질 리스트로 구축되었다. 이 중 국내 유통량 정보가 있는 물질 및 물질군은 235종이었고, 첫 번째 선정기준(국내 유통량 상위 100개)에 따라 100종의 물질 및 물질군이 선정되었다. 두 번째 기준(HEF의 최대값 9점 이상)에 따라, 69종의 물질 및 물질군이 선정되었고, 세 번째 기준(EU에서 산업용 용도로 제한 내용을 설정했는지 여부)에 따라 11종, 네 번째 기준(고용노동부의 자료 분석 가능성이 높은 작업환경실태조사 대상 여부)에 따라 최종적으로 9종의 물질 및 물질군이 국내 제한 우선 검토 대상물질로 선정되었다.

국내 제한 우선 검토 대상 물질은 총 9종으로 아래 표에 정리된 바와 같이, PAHs, 벤젠, 디이소시아네이트, 디클로로메탄, 클로로에텐, 아크릴아마이드, 6가크롬화합물, 카드뮴화합물, 아조염료로 선정되었다. 이중 2019년 연구에서 선정된 물질과 동일한 것은 6종(벤젠, 디이소시아네이트(MDI), 디클로로메탄, 클로로에텐, 아크릴아마이드, 6가크롬화합물)이었다.

<표 Ⅱ-18> 국내 제한 검토 대상 물질

최종순위	국내 유통량 (톤/년, ㎥/년)	물질수 (개)	물질 및 물질군명	HEF	EU A list[1]	EU R list[2]	EU C list[3]	노동부 CMR	노동부 특별관리물질	환경부 중점관리물질	작업환경 실태조사 대상
1	564,932	8	PAHs	10	O	O	O	O		O	O
2	333,776	**5**	**Benzene**	**10**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**
3	210,636	**8**	**Diisocyanates**	**9**		**O**		**O**		**O**	**O**
4	56,412	**1**	**Dichloromethane**	**9**		**O**		**O**		**O**	**O**
5	35,089	**1**	**Chloroethene**	**10**		**O**		**O**		**O**	**O**
6	28,963	**1**	**Acrylamide**	**10**		**O**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**
7	23,000	**27**	**Cr+6 compounds**	**10**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**
8	13,004	26	Cd compounds	10		O	O		O	O	O
9	12,524	10	Azocolourants and Azodyes	10	O	O	O	O		O	O

[1]EU A list: EU authorisation list
[2]EU R list: EU restriction list
[3]EU C list: EU Candidste list of substances of very high concern for authorisation

2019년 연구에서 선정된 물질과 본 연구결과에서 선정된 물질에서 차이가 있는 이유는 제한 검토 물질 리스트 구축시 활용한 데이터베이스의 차이, 물질군 분류 방식의 차이, 선정기준의 변경 때문이다. 그 중 2019년 연구에서 물질군 분류의 오류가 있었던 PAHs, 벤젠, 살생물 코팅 및 첨가제, 염소계탄화수소, Pyrrolidones, 오존층파괴물질은 재분류하였다. PAHs와 벤젠은 EU CLP의 note 정보를 참고하여 재분류하였다. 살생물 코팅 및 첨가제와 오존층파괴물질군은 물질의 고유한 특성으로 그룹화된 것이 아니라 기능에 근거한 것이었기 때문에, 물질군으로 분류된 것을 단일물질로 재분류하였다. 염소계탄화수소와 Pyrrolidones는 물질군이 아닌 단인물질로 재분류하였다.

(2) 직업병 인정 사례검토(화학물질로 인한 사고 포함)

가) 통계분석을 위한 직업병 통계자료의 재분류

산업안전보건연구원의 도움을 받아 공단에서 관리하고 있는 통계재해자리스트 중에서 화학물질과 관련된 재해를 포함하여 2010년 1월 ~ 2019년 12월의 기간에 발생한 재해 통계를 받아 그 내용을 분석하였다. 분석에 앞서 자료를 검토하면서 일부 수정이 필요한 부분은 연구자의 기준에 따라 아래와 같이 수정 및 재분류를 실시했다.

중피종과 폐암과 같은 직업병의 발병에 대해 석면에 대한 노출이 주요 원인으로 분류되고 있는 자료 중에서 중피종이 아닌 폐암 등에 대해서 석재 분진에 노출된 경력을 갖고 있는 피재자들이 일부(5건) 포함되어 있었다. 즉, 석면보다는 석재 분진에 포함된 결정형 유리규산에 대한 노출이 폐암 등의 발병에 주요하게 기여했을 것으로 판단되는 사례들이 있었다. 그러나 해당 사례를 재분석할 수는 없어서 석면 노출로 인한 직업병으로 분류된 상태를 유지하였다. 반대로 중피종으로 진단 받은 사례임에도 불구하고 직업병 유발물질로써 기타 유해인자라고 분류된 건들은 모두 석면을 원인 물질로 재분류하였다.

백혈병과 같은 직업병의 발병에 대해 유기용제(톨루엔,크실렌,스티렌,시클로헥산, 노말핵산 등)에 대한 노출이 주요 원인으로 분류되고 있는 자료 중에서는 도료 사용 등에서의 벤젠 노출이 주요 원인으로 추정되는 사례가 있었다. 그러나 해당 사례를 재분석할 수는 없어서 유기용제 노출로 인한 직업병으로 분류된 상태를 유지하였다.

크롬과 카드뮴의 경우 재해개요에서의 내용상 질병원인이 잘못 기재된 것으로 판단되는 사례가 있어 이를 수정하여 반영하였다. 예를 들어, 무수크롬산을 취급한 도급작업을 수행한 피재자의 경우 원인물질로 카드뮴이 기록되어 있었고 전리방사선 및 여러 가지 유해화학물질에 복합적으로 노출되었다는 작업 경력에 대해 크롬을 직업병 발생으로 분류한 경우가 이에 해당된다. 각각의 경우에서의 발병 원인물질을 크롬과 유기용제로 재분류하여 처리하였다.

화학물질(검댕, 피치, 아스팔트, 광물, 파라핀 등) 노출로 인해 발생한 직업병 중에서 원인물질이 잘못 분류되었을 것으로 추정되는 사례가 있었다. 예를 들어, 비인두면의 암은 10여 년간 노출된 포름알데히드가 원인물질로 추정되며 맨틀 세포 림프종의 경우 페인트 작업 중 노출되었을 유기용제 특히, 벤젠과 같은 물질이 원인 물질로 추정된다. 따라서 해당 케이스들은 화학물질로 분류하지 않고 포름알데히드 및 벤젠 등으로 재분류하였다.

'오븐크리너' 혹은 '오븐클리너'로 표기된 세척제를 사용해 화상을 입은 경우는 재해의 원인물질로써 가성소다를 사용한 것으로 분류하였다. 1건의 '그외 사고사망자'는 사고의 내용상 업무 중 화재로 인한 화상으로 인해 사망한 케이스로써 분류의 편의를 위해 '업무상 사고사망자'로 재분류하였다.

직업병 유형에서 물리적인자로 인한 질병으로 구분된 케이스가 있으나 식물에 의한 알레르기성 피부염 상병을 진단받고 최초요양급여신청서를 제출한 경우이므로 생물학적 인자에 의한 발병으로 재분류하였다.

이상의 점검 내용을 기반으로 직업병 발생의 원인을 아래와 같은 기준에 따라 재분류하였다.

<표 Ⅲ-19> 직업병 발생 원인의 재분류 기준

분류명		재분류 기준
화학적인자	유기용제	탄화수소 및 방향족 화합물 중 유기용제라고 분류된 발병 원인에 대해서는 유기용제로 재분류
	복합 유기용제	특정의 단일 화학물질보다는 질병 발생과 관련된 여러 가지 화학물질들에 동시 혹은 복합적으로 노출되어 나타난 직업병에 대해 분류
	기타 화학물질	청소액이나 세제, 약품, 혹은 특정하기 어려운 물질에 의해 질병이 나타난 경우에 그 원인물질로 분류하기 어려운 경우. 작업복 등 포함.
	유해분진	디젤 매연, 연소물질, 폐기물 분진, 석탄, 시멘트, 각종 광물, 용접흄, 금속분진, 결정형 유리규산,

분류명		재분류 기준
물리적인자	이상온도 접촉	음식물과 같이 대부분 뜨거운 액체나 증기와 같은 가스에 닿아서 생기는 화상 혹은 용접이나 용탕이 튀어서 생기는 화상 등이 주를 이루고 있었고 간혹 매우 차가운 냉매에 닿아서 발생한 동상이 일부 발생함. 간혹 화상이나 동상이 아닌 넘어지면서 생기는 골절이나 주변 물체에 부딪히면서 발생하는 자상 같은 사고도 일부 섞여 있음. 일부는 화재로 인한 화상도 포함되어 있었으며 단순 사고도 포함되어 있음.
	고열	무더위 등에 노출되어 탈진, 의식 불명, 심부전, 심지어는 사망에 이른 경우를 포함
	냉온	영하의 날씨에 노출되어 동상 등의 질병 발생한 경우를 포함
	압력	잠수 혹은 비행 등의 이유로 발생한 압력 차이로 질병이 발생한 경우를 포함
	진동	각종 진동공구를 사용하면서 발생하는 국소진동으로 질병이 발생한 경우를 포함
	방사선	레이저, UV, LED 등에 대한 노출을 포함함.
생물학적인자	세균 및 바이러스	진드기, 벌레, 혹은 균 및 바이러스에 의해 감염된 사례들이 주로 포함되었다. (상처를 통한 감염 포함)
불명	불명	재해 개요상 어떤 직업을 갖고 있는지와 어떤 작업을 통해서 어떤 유해물질에 노출되었는지에 대한 기록이 없어 직업병의 원인물질을 특정할 수 없는 사건들에 대해서 재분류함. 혹은 원인 자체를 특정하기 어려운 경우를 포함함.
사고	화재	페인트 같은 용제를 사용하는 환경에서 주변 작업 중 용접이나 그라인딩 등과 같이 불꽃을 발생시킬 수 있는 작업이 동시에 이루어지면서 화재가 발생한 사건 혹은 난방을 위해 여러 가지 형태의 원료와 난방 기구를 이용하면서 화재가 발생한 사건들이 포함
	산소결핍	집수조나 맨홀 혹은 저장창고 내에서 유래한 가스에 질식해 사망한 사건들이 주를 이루고 있음.
	폭발 및 파열	실제로 발파 작업이 있었던 작업현장, 가스나 스팀이 세어 나오거나 혹은 가연성 가스 등으로 인한 화재로 폭발, 그리고 타이어 폭발 등과 같은 사건들이 주로 포함.
	원인 미상의 사고	특별한 원인을 찾을 수 없는 사고로 인해 발생한 건수들을 포함

분류명		재분류 기준
	기타 원인	음식을 먹다가 이빨이 부러지거나 음식물이 식도에 걸린다던지 혹은 풀독이 오르는 사고 혹은 단순 사고 등의 사고로써 특정 질병으로 분류하기 어려운 원인들에 의해 발생한 경우들이 포함

실제 통계분석에서는 화학적, 물리적, 그리고 생물학적 인자에 의한 질병 혹은 재해는 그대로 유지하고 사고 불명과 사고를 아래와 같이 세부 기준에 따라 재분류하였다. 즉, 사고의 내용 중 화재 및 폭발, 화학물질 누출/접촉, 그리고 기타원인과 같은 세부 분류를 따로 구분해서 분석하였다.

<표 Ⅲ-20> 직업병 발생 원인의 세부 재분류 기준

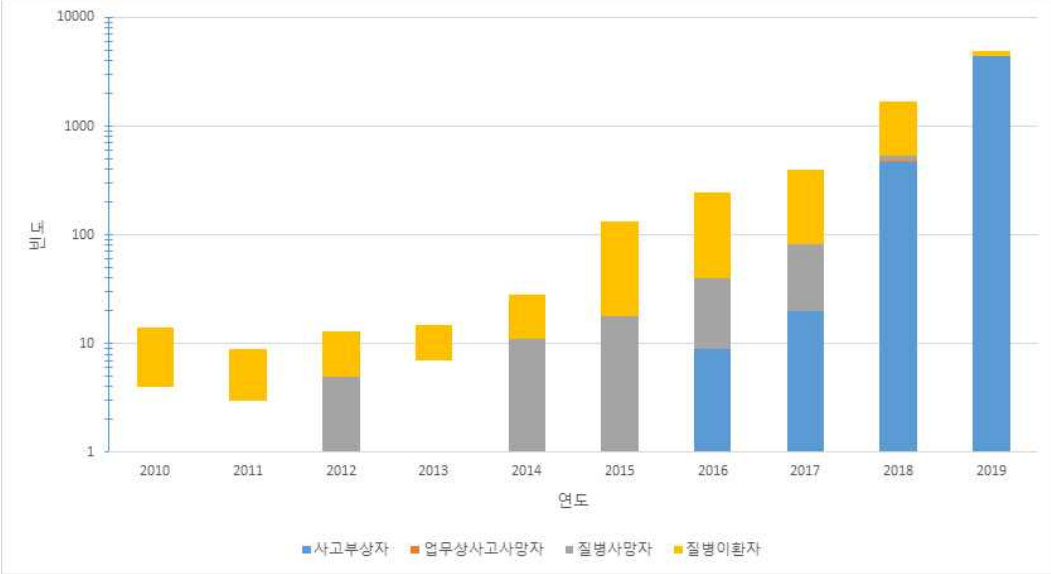
분류 번호	분류 명	재해원인
1	화학적 인자로 인한 질병/재해	화학 물질, 분진 등
2	물리적 인자로 인한 질병/재해	온도(고열/냉온), 소음, 방사선, 압력, 진동 등
3	생물학적 인자로 인한 질병/재해	세균, 바이러스 등
4	사고	이상온도접촉, 산소결핍,
5	화재 및 폭발	화재, 폭발, 파열
6	화학물질 누출/접촉	누출 및 접촉
7	원인 불명	불명(직업, 작업, 물질 등을 특정할 수 없음)
8	기타 원인	기타 원인, 원인 미상의 사고

나) 직업병 통계 자료 분석 결과

① 연도별 재해 발생 빈도의 분포

아래 그림은 연도별로 발생한 재해의 빈도를 보여주고 있다. 제공된 자료 시점으로 2010년 초반에는 10건 안팎이던 재해의 규모가 2015년에는 100건을 넘어서게 되고 2018년에 이르러서는 1,000건이 넘어선다. 마지막 해인 2019년에는 4,889건의 재해들이 직업성 재해로 인정되기에 이른다.

화학물질과 관련된 질병의 양상도 이와 비슷한 경향을 보여주고 있었다. 2014년까지 십여명 안팎이던 질병 이환자 수가 2015년에는 100 건을 넘었고 2018년에는 1,000건을 넘어섰다. 2010년 초반대의 앞선 해에 비하면 화학물질과 관련된 재해가 기하급수적으로 늘어났다는 것을 알 수 있다. 이는 화학물질과 관련된 재해가 최근에 갑자기 늘어났다기 보다는 재해가 직업환경과 연관이 되었을 것이라고 제기한 건수가 최근 들어 급격히 늘어나고 그것이 직업병이라고 인정되는 비율이 현저히 증가했기 때문일 것으로 추정된다. 즉, 화학물질과 관련된 직업성 재해가 발생한 빈도가 실체적으로 증가했다기 보다는 직업성 재해에 대한 사회적인 인식이 달라졌기 때문에 최근 들어 인정 재해 건수가 기하급수적으로 늘었다고 해석하는 것이 합리적일 것이라고 판단된다.



[그림 Ⅲ-5] 화학물질과 관련된 재해의 연도별 발생 규모.

② 재해 형태에 따른 재해자의 규모

아래 표는 재해 형태에 따른 재해자 규모의 분포를 정리한 것이다. 사업장의 규모에 따라 재해 형태가 전체 재해자 규모에서 차지하는 비중이 다르다는 것을 알 수 있었다. 50인 미만의 소규모 사업장의 경우에는 사고부상자가 차지하는 비중이 절대적인데 반해 300인 이상의 대규모 사업장에서는 질병이환자가 차지하는 비중이 절대적이라는 것을 알 수 있다. 즉, 사업장의 안전관리 및 질별 발생자에 대한 관리 수준에서 현저한 차이가 발생하고 있다고 판단된다. 아무래도 대규모 사업장의 경우에는 질병발생자에 대한 관리 수준이 높고 질병발생자들이 직업병 심의를 받을 수 있는 기회가 좀 더 많거나 상대적으로 안정적인 지원을 받을 가능성이 높기 때문일 것으로 유추된다.

50인 미만의 사업장의 노동자들에게서 발생된 재해자 수가 300인 이상 규모의 사업장에서 발생된 것보다 훨씬 높지만 질병 이환자 수는 오히려 더 적은 편이다. 50인 미만 사업장의 노동자들이 300인 이상 규모의 사업장보다 보다

안전한 작업환경에서 일하고 있어서 직업병 발생율이 적은 것이라고 할 수는 없을 것이다. 50인 미만 사업장의 경우 대규모 사업장에 비해 작업장 환경 관리 및 유해물질 노출관리가 상대적으로 부족할 것으로 예측되기 때문에 직업병 발생 규모가 과소평가되었을 가능성이 높다.

현재 재해자 통계로는 노동 현장에서 발생되는 산업재해의 양상이 정확히 반영되고 있다고 판단하기는 어렵다. 소규모 사업장에서 발생할 수 있는 산업재해들이 보다 현실에 가깝게 산업재해 통계에 반영될 수 있는 조치가 필요할 것으로 판단된다.

<표 Ⅲ-21> 재해형태 구분에 따른 재해자 규모 분포

규모구분	재해자구분								
	사고부상자		업무상사고 사망자		질병이환자		질병사망자		합계
	빈도	%	빈도	%	빈도	%	빈도	%	빈도
5인 미만	1,706	87.2%	26	1.3%	187	9.6%	38	1.9%	1,957
5인 ~ 50인 미만	2,487	80.6%	19	0.6%	510	16.5%	69	2.2%	3,085
50인 ~ 300인 미만	520	54.1%	8	0.8%	404	42.0%	30	3.1%	962
300인 ~ 1,000인 미만	100	11.4%	9	1.0%	741	84.3%	29	3.3%	879
1,000인 이상	72	13.0%	2	0.4%	454	81.8%	27	4.9%	555
소계	4,885	65.7%	64	0.9%	2,296	30.9%	193	2.6%	7,438

③ 암발생 재해자의 분포

아래 표는 사업장 규모에 따른 암발생 재해자의 분포를 정리한 것이다. 표에

서 알 수 있는 것과 같이 사업장 규모가 커질수록 암발생 재해자가 전체 재해자 규모에서 차지하는 비중이 많다.

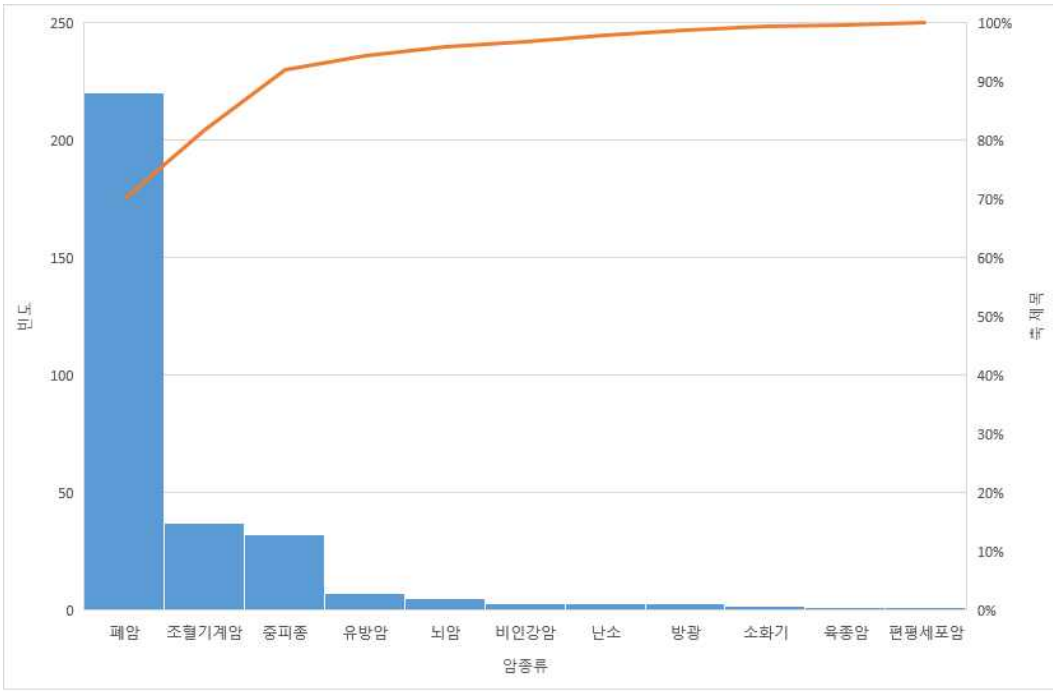
직업성 암의 경우 만성적인 노출로 인해 나타나는 질병이기 때문에 과거의 노출을 입증하기가 쉽지 않아 직업병으로서의 연관성을 찾아내기가 쉽지 않다. 따라서 자료 관리가 비교적 체계적이고 직업병 인정 절차에 대한 지원을 받기가 상대적으로 더 유리한 대규모 사업장에서 직업성 암에 대한 인정사례가 좀 더 많은 것으로 추정된다.

<표 Ⅲ-22> 사업장 규모에 따른 암발생 재해자 수의 분포

규모구분	암여부					
	Others		Cancer		합계	
	빈도	N %	빈도	N %	빈도	N %
5인 미만	1,912	97.7%	45	2.3%	1,957	100.0%
5인 ~ 50인 미만	2,976	96.5%	109	3.5%	3,085	100.0%
50인 ~ 300인 미만	909	94.5%	53	5.5%	962	100.0%
300인 ~ 1,000인 미만	828	94.2%	51	5.8%	879	100.0%
1,000인 이상	499	89.9%	56	10.1%	555	100.0%
합계	7,124	95.8%	314	4.2%	7,438	100.0%

직업성 암으로 인정된 암의 유형을 구분해 보면 아래 그림과 같았다. 직업성 암으로 인정된 사례 중에서 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것이 폐암(폐와 관련된 암을 재분류 함)이었다. 그 다음으로 인정건수가 많은 것이 백혈병과 같은 조혈기계에 일어나는 암의 유형이었으며 중피종이 세 번째로 많이 인정된 직업성 암의 유형으로 집계되고 있었다. 다른 유형의 암은 지난 10년간 직업성 암으로 인정된 케이스가 현저히 적다는 것을 알 수 있다. 폐암과 조혈기계암, 그리고 중피종의 경우는 노동환경에서 자주 발견되는 암의 유형으로써 많은 연구가 진행된 반면 다른 부위에 나타나는 암의 유형은 실제로 그와 같은 암의

유형이 직업병으로 발병한 사례가 적은 것인지, 혹은 관련된 연구가 부족해서 연관성을 찾아내기가 어려운지 그 직접적인 이유를 알 수 없는 상황이지만, 직업과의 연관성을 입증하기가 아직까지는 상대적으로 매우 어려운 상황이라는 것을 알 수 있다.



[그림 Ⅲ-6] 재해통계 중 암종류에 따른 재해자 분포.

아래 표는 암의 형태에 따른 발병 원인물질의 분포를 정리한 것이다. 가장 높은 빈도를 차지하고 있었던 폐암의 경우 유해분진으로 분류된 물질이 발병의 원인물질에서 가장 큰 비중을 차지하고 있었다. 다만, 통계자료에는 구체적으로 어떤 물질이 발병에 기여했는지 특정되지 않아 예방적 차원의 정책을 개발하는 데 도움이 되지 못하는 한계가 있었다.

조혈기계암의 경우 벤젠이 가장 많은 원인 물질로 지목되고 있었고 복합유

기용제로 기록된 원인물질이 그 다음을 잇고 있었다. 폐암의 경우와 마찬가지로 복합유기용제로 구분되면 구체적으로 어떤 물질들이 어떤 상황에서 어떻게 사용되다가 조혈기계 암을 일으키는 원인 물질이 되었는지를 제대로 파악할 수 없다. 결과적으로 비슷한 직업병의 재발을 방기하기 위한 사전 예방 정책을 개발하는데 유용하게 활용되기 어렵다. 따라서 향후 이와 같은 제한점들이 극복되어야 할 것으로 판단된다.

중피종의 경우 석면 노출이 원인물질의 100 %를 차지하고 있었다. 이것은 중피종의 질병 특성에서 비롯되는 예외적인 상황이다. 중피종의 경우 석면 노출이 거의 유일한 발병 원인으로 알려져 있기 때문이다.

이 외에 유방암, 뇌암, 난소암이나 육종암의 경우에서도 복합유기용제 노출이 가장 높은 원인 요인으로 구분되고 있었다. 향후에는 복합유기용제 중에서 기여도가 높은 원인물질이 특정될 수 있는 유해요인 조사 체계가 구축되어야 할 것으로 판단된다. 그래야만 비슷한 유형의 질병 발생을 예방하기 위한 좀 더 명확한 정책이 개발될 수 있을 것이기 때문이다.

<표 Ⅲ-23> 암형태 별 발병 원인물질의 분포

암형태	빈도	직업병발생원인											전체
		결정형 유리규산	방사선	벤젠	복합 유기용제	불명	석면	유기용제	유해분진	카드뮴	크롬	포름알데히드	
폐암	빈도	3	0	2	7	11	30	6	157	1	3	0	220
	%	1.4%	0.0%	0.9%	3.2%	5.0%	13.6%	2.7%	71.4%	0.5%	1.4%	0.0%	100.0%
조혈기계	빈도	0	2	13	11	6	0	5	0	0	0	0	37
	%	0.0%	5.4%	35.1%	29.7%	16.2%	0.0%	13.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
중피종	빈도	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	32
	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
유방	빈도	0	0	0	5	1	0	1	0	0	0	0	7
	%	0.0%	0.0%	0.0%	71.4%	14.3%	0.0%	14.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
뇌암	빈도	0	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	5
	%	0.0%	20.0%	0.0%	60.0%	0.0%	20.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
난소암	빈도	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3
	%	0.0%	0.0%	0.0%	66.7%	0.0%	0.0%	33.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

암형태	빈도	직업병발생원인											전체
		결정형 유리규산	방사선	벤젠	복합 유기용제	불명	석면	유기용제	유해분진	카드뮴	크롬	포름알데히드	
방광	빈도	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	3
	%	0.0%	0.0%	0.0%	33.3%	0.0%	0.0%	66.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
비인강암	빈도	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	3
	%	0.0%	0.0%	0.0%	33.3%	0.0%	0.0%	0.0%	33.3%	0.0%	0.0%	33.3%	100.0%
소화기계	빈도	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	0.0%	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
육종암	빈도	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
편평세포	빈도	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
전체	빈도	3	3	15	31	19	64	15	159	1	3	1	314
	%	1.0%	1.0%	4.8%	9.9%	6.1%	20.4%	4.8%	50.6%	0.3%	1.0%	0.3%	100.0%

④ 세부 재해 유형에 따른 분포

세부 재해 유형에 따른 재해의 발생 분포는 아래 표와 같았다. 가장 많이 발생한 재해의 형태는 사고이다. 그 다음으로 많이 발생된 재해 유형은 물리적 인자에 의한 재해이다. 즉, 온도(고열/냉온), 소음, 방사선, 압력, 진동 등과 같은 원인에 의해서 발생한 사고가 다수를 이루고 있었다. 화학적 인자로 인한 질병 및 재해 그리고 화학적 인자의 누출 및 접촉으로 인한 사고는 5 % 내외의 비중을 차지하고 있었다.

<표 Ⅲ-24> 세부 재해유형의 발생 분포

세부 재해유형 구분	빈도	%
사고	4,073	54.8%
물리적 인자로 인한 질병/재해	1,999	26.9%
화재 및 폭발	489	6.6%
화학적 인자로 인한 질병/재해	381	5.1%
화학물질 누출/접촉	334	4.5%
생물학적 인자로 인한 질병/재해	89	1.2%
기타 원인 및 원인 불명 사고	51	0.7%
원인 불명	22	0.3%
소계	7,438	100.0%

사업장 규모에 따른 세부 재해 유형의 발생 분포는 아래 표와 같았다. 전반적으로 50 인 미만의 소규모 사업장들에서 재해가 빈발하고 있음을 알 수 있다. 세부적인 재해 형태에 있어서도 소규모 사업장에서 재해 유형의 구분 없이 고르게 재해가 다발하고 있었다. 다만, 물리적 인자에 의한 재해의 유형은 다른 대규모 사업장에서 더욱 다발하고 있었으며 화학적 인자에 의한 재해 역시 소

규모 사업장들과 비슷한 수준의 재해가 발생하고 있었다.

즉, 우발적으로 나타날 수 있는 특성의 재해는 소규모 사업장에서 다발하고 있으며 만성적인 노출 혹은 고질적인 노출 특성을 갖는 유해인자에 의한 재해는 사업장의 규모에 상관없이 고르게 발생하고 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 재해의 속성을 고려하여 사업장 규모에 따른 관리 방안과 노력이 조정될 필요가 있음을 알 수 있다.

<표 Ⅲ-25> 사업장 규모에 따른 세부 재해유형의 발생 분포

재해유형구분	사업장규모											
	5인 미만		5인 ~ 50인 미만		50인 ~ 300인 미만		300인 ~ 1,000인 미만		1,000인 이상		소계	
	빈도	%	빈도	%	빈도	%	빈도	%	빈도	%	빈도	%
사고	1,481	36.4%	2,077	51.0%	405	9.9%	60	1.5%	50	1.2%	4,073	100.0%
물리적 인자로 인한 질병/재해	148	7.4%	399	20.0%	335	16.8%	702	35.1%	415	20.8%	1,999	100.0%
화재 및 폭발	162	33.1%	230	47.0%	59	12.1%	25	5.1%	13	2.7%	489	100.0%
화학적 인자로 인한 질병/재해	55	14.4%	131	34.4%	86	22.6%	57	15.0%	52	13.6%	381	100.0%
화학물질 누출/접촉	77	23.1%	170	50.9%	59	17.7%	22	6.6%	6	1.8%	334	100.0%
생물학적 인자로 인한 질병/재해	17	19.1%	47	52.8%	13	14.6%	10	11.2%	2	2.2%	89	100.0%
기타 원인 사고	15	29.4%	27	52.9%	5	9.8%	0	0.0%	4	7.8%	51	100.0%
원인 불명	2	9.1%	4	18.2%	0	0.0%	3	13.6%	13	59.1%	22	100.0%
소계	1,957	26.3%	3,085	41.5%	962	12.9%	879	11.8%	555	7.5%	7,438	100.0%

⑤ 재해 원인 인자 구분에 따른 재해 발생 분포

재해유형 및 재해의 원인별 분포는 아래 표와 같았다. 산소결핍과 특히, 이상온도 접촉으로 인한 사고가 사고 재해 중에서 가장 많은 비중을 차지하고 있었으며 전체 재해에서도 가장 높은 비중을 차지하고 있었다.

물리적 인자 중에서 가장 많은 비중을 차지하는 것은 단연코 소음으로써 전체 원인 중 96.4 %를 차지하고 있었다. 이외에 고열과 방사선, 그리고 압력이나 진동 등의 원인들이 미비하게 재해의 원인으로 집계되고 있었다.

화학적 원인인자로써 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것은 유해분진이었다. 앞서 고찰한 바와 같이 폐암의 원인물질로써 가장 많은 비중을 차지하고 있는 요인이었다. 석면 역시 100 % 중피종의 원인물질로 구분되었다. 복합유기용제는 다양한 유형의 암의 발생에 기여하고 있는 유해요인으로 분류되고 있었다.

특정 물질로 구분된 예는 벤젠, 카드뮴, 크롬, 결정형 유리규산, 포름알데히드, 불산, 트리클로로에틸렌 등이었다. 그러나 화학적 인자로 분류된 원인물질 381개 중에서 겨우 32개(8.4 %)만 개별 물질로 특정되고 있어 향후 구체적인 물질들이 원인물질로써 파악될 수 있도록 조사 및 기록 시스템이 향상되어야 할 것으로 판단된다.

화학물질 누출 및 접촉에 의한 재해의 경우는 대부분의 재해 경위에서 원인물질들이 특정되고 있었다. 사고 원인과 결과가 뚜렷해서 원인을 특정짓기가 보다 용이했기 때문이었을 것으로 추정된다. 화학물질에 의한 질병의 경우 만성적인 건강영향이 나타나는 경우가 많고 그것이 직업과 연관되었다는 것을 증명하기가 쉽지 않아 누출 및 접촉에서의 경우와는 다른 양상을 보인 것으로 이해된다.

화학물질 누출 및 접촉에 의한 재해에서 가장 많은 비중을 차지한 것은 가성소다였다. 조리작업장에서 세척제로 사용하다가 눈이나 피부에 튀어서 재해를 당하는 경우가 많았고 일부는 산업현장의 약품 탱크에 빠지거나 설비를 청소하면서 가성소다가 몸에 튀어 화상을 입는 경우가 있었다. 그 다음으로 누출

및 접촉사고에서 많은 비중을 차지하는 것은 황산, 질산, 염산, 그리고 불산과 같은 산류 등이었다. 산류 중에서도 황산은 가장 많은 재해가 발생한 물질로써 25건의 재해의 원인 물질로 분류되고 있다. 재해 경위 내용을 살펴보면 많은 경우 황산을 다른 용기에 담거나 소분하는 과정에서 황산이 담긴 병을 놓쳐 깨뜨리거나 혹은 황산이 용기 밖으로 튀어서 사고가 발생하는 경우가 많았다. 또한 장치시설에서도 펌프나 배관 등에 들어 있던 황산이 교체나 정비 과정에서 튀어 재해가 발생하고 있었다.

가성소다와 황산의 경우 재해가 빈발하는 상황이 서로 유사한 경우가 많아 특별한 안전 지침을 개발하고 보급하여 현장에서 적절히 교육될 수 있도록 하는 조치가 필요할 것으로 보인다. 예를 들어, 조리 작업장에서 세척용도로 많이 사용되는 가성소다의 경우 피부나 눈에 튀어 화상을 입을 수 있는 사고가 자주 보고되고 있으므로 해당 현장에 적합한 경고(alert)용 혹은 동일 재해 예방용 홍보 자료를 작성하고 배치하는 노력이 속히 준비될 필요가 있다고 판단된다. 향후, 이와 같이 재해 사례 분석을 통해 동일 유형의 재해를 방지하기 위한 정책적 노력이 체계를 갖출 수 있다면 유사 재해 방지에 큰 도움이 될 것이다.

<표 Ⅲ-26> 재해 유형 및 원인 인자 구분에 따른 재해 발생 분포

재해유형구분	직업병 발생원인	빈도	백분율
사고	이상온도 접촉	4,062	99.7%
	산소결핍	11	0.3%
	소계	4,073	100.0%
물리적 인자로 인한 질병/재해	소음	1,927	96.4%
	고열	51	2.6%
	방사선	8	0.4%
	압력	5	0.3%
	진동	4	0.2%
	냉온	3	0.2%

재해유형구분	직업병 발생원인	빈도	백분율
	전기	1	0.1%
	소계	1,999	100.0%
화재 및 폭발	폭발/파열	245	50.1%
	화재	244	49.9%
	소계	489	100.0%
화학적 인자로 인한 질병/재해	유해분진	172	45.1%
	석면	105	27.6%
	복합 유기용제	36	9.4%
	유기용제	24	6.3%
	벤젠	15	3.9%
	기타 화학물질	12	3.1%
	카드뮴	5	1.3%
	크롬	5	1.3%
	결정형 유리규산	3	0.8%
	포름알데히드	2	0.5%
	불산	1	0.3%
	트리클로로에틸렌	1	0.3%
	소계	381	100.0%
화학물질 누출/접촉	기타 화학물질	196	58.7%
	가성소다	33	9.9%
	황산	25	7.5%
	일산화탄소	21	6.3%
	질산	15	4.5%
	염산	6	1.8%
	불산	5	1.5%
	석회	5	1.5%
	질소	5	1.5%
	트리클로로에틸렌	3	0.9%
	기타 원인	2	0.6%
	염소	2	0.6%

재해유형구분	직업병 발생원인	빈도	백분율
	크롬	2	0.6%
	황화수소	2	0.6%
	EO	1	0.3%
	니켈	1	0.3%
	메탄올	1	0.3%
	수산화칼륨	1	0.3%
	아닐린	1	0.3%
	아세톤	1	0.3%
	아크릴산	1	0.3%
	암모니아	1	0.3%
	에탄올	1	0.3%
	염화메틸렌	1	0.3%
	유해분진	1	0.3%
	포름알데히드	1	0.3%
	소계	334	100.0%
생물학적 인자로 인한 질병/재해	세균, 바이러스	89	100.0%
	소계	89	100.0%
기타원인사고	기타 원인	36	70.6%
	원인미상사고	14	27.5%
	기타 화학물질	1	2.0%
	소계	51	100.0%
원인 불명	불명	22	100.0%
	소계	22	100.0%

(3) 작업환경측정 결과 검토(CMR 물질 대상)

가) 작업환경측정자료 검토 대상 물질 선정

화학물질 및 물리적 인자의 노출기준에 관한 고시(고용노동부고시 제2016-41호)를 기준으로 작업환경측정 자료 검토 대상 물질을 선정하였다. 고시의 '〈별표 1〉 화학물질의 노출기준'의 비고에서 발암성을 갖고 있다고 분류되고 있는 물질을 일차적으로 선별하였다. 즉, 발암성 1A/1B/2로 분류되는 209개 물질을 우선 선별하였다.

발암성을 갖는 209개 물질들 중에서 발암성 1A로 분류되는 물질을 이차적으로 선별하여 총 49개의 물질이 선정되었다. 49개 물질들 중에서 발암성 이외에도 생식독성(1A/1B) 혹은 생식세포 변이원성(1B)을 갖고 있다고 분류되는 물질을 추가 기준으로 선별하였으며 이렇게 분류된 물질이 11종이었다.

11개로 선별된 물질들 중에서 벤젠은 2019년 연구에서 이미 다루어진 물질이므로 검토 대상 물질에서 제외하였다. 그리고 부탄과 L.P.G(Liquified petroleum gas)는 부타디엔이 0.1% 이상인 경우에 한정해서 발암성을 갖는다고 분류되므로 이들 물질들 역시 검토 대상에서 제외하였다.

이상의 과정을 거쳐 아래 표와 같이 8개의 물질이 최종적으로 선정되었다. 검토할 자료의 기간은 2017년 이후로 한정하였다. 2017년부터 표준산업분류 기준이 개정되었기 때문에 이전 시기의 표준산업분류와 혼동될 것이 우려되었기 때문에 2017년 이후부터 가장 최근의 자료까지를 검토 대상 자료로 한정하였다.

<표 Ⅲ-27> 작업환경측정결과 검토 대상 물질 리스트

연번	국문표기	영문표기	CAS No.
1	1,3-부타디엔	1,3-Butadiene	106-99-0
2	니켈 카르보닐	Nickel carbonyl, as Ni	13463-39-3
3	산화 에틸렌	Ethylene oxide	75-21-8
4	크롬산 연	Lead chromate, as Cr	7758-97-6
5	크롬산 연	Lead chromate, as Pb	7758-97-6
6	벤조 피렌	Benzo(a) pyrene	50-32-8
7	아세네이트 연	Lead arsenate, as Pb(AsO4)2	7784-40-9
8	크로밀 클로라이드	Chromyl chloride	14977-61-8

나) 작업환경측정 결과 검토 결과

벤조 피렌(Benzo(a) pyrene; 50-32-8)은 아직 측정대상이 아니어서 측정결과가 없다. 그리고 아세네이트 연(Lead arsenate, as Pb(AsO4)2; 7784-40-9)과 크로밀 클로라이드(Chromyl chloride; 14977-61-8)는 측정된 적이 없어서 자료가 없다. 마지막으로 크롬산 연의 경우, 납으로 측정할 경우 노출기준은 0.05 ㎎/㎥를 적용하고 크롬으로 측정할 경우 노출 기준은 0.012 ㎎/㎥의 노출기준을 적용한다. 작업환경측정 결과에서 노출기준을 0.012 ㎎/㎥을 적용한 경우 혹은 그보다 낮은 수준을 적용한 경우(작업시간이 8시간 보다 많아서 노출기준을 보정한 것으로 판단된다)는 13건에 그치고 있다. 따라서 크롬을 기준으로 측정했을 것이라고 판단되는 샘플을 제외하고 납을 기준으로 측정한 상황이라고 판단된 샘플을 대상으로 결과해석을 실시하였다. 결과적으로 이들 물질들을 제외하고 나머지 네 가지 물질들(1,3-부타디엔, 니켈 카르보닐, 산화 에틸렌,

크롬산 연)에 대한 측정 결과를 검토해 보았다.

① 작업환경측정 결과에서의 불검출 처리

작업환경측정 자료에는 불검출이나 '0'으로 표기된 측정결과가 많았다. 이는 불검출 값을 의미한다고 판단된다. 미국 산업안전보건청(Occupational Safety and Health Administration; OSHA)의 Sampling and Analytical Method[19]에 따르면 각 물질들에 대한 Reliable quantitation limit(RQL) 혹은 Limit of Detection(LOD)이 각각 아래 표와 같았다. 그러나 작업환경측정 기록에서 가장 낮은 농도로 표기된 값들이 각각의 RQL 혹은 LOD보다 낮았기 때문에 이를 불검출에 대신하는 농도로 변환하여 자료를 분석하였다.

<표 Ⅲ-28> OSHA 분석 방법에 따른 LOD 혹은 RQL과 작업환경측정 기록에서의 최저 농도값의 비교

물질명	LOD	Lowest Concentration
1,3-부타디엔(1,3-Butadiene; 106-99-0)	0.09 ppm	0.00002 ppm
니켈 카르보닐(Nickel carbonyl, as Ni; 13463-39-3)	0.25 μg/㎥*	-
산화 에틸렌(Ethylene oxide; 75-21-8)	0.0015 ppm*	0.000005 ppm
크롬산 연(Lead chromate, as Pb; 7758-97-6)	0.029 μg/㎥*	0.001 μg/㎥
*: Reliable Quantitation Limits (RQLs: amount of analyte spiked on a sampler which will give a detector response that is considered to be the lower limit for a precise quantitative measurement)		

19) Occupational Safety and Health Administration Sampling and Analytical Method (Methylene Chloride). https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/organic/org080/org080.html (accessed August 2020).

② 측정 대상 물질의 검출율

측정 대상 물질들의 검출율은 아래 표와 같았다. 니켈카르보닐의 경우 지난 3년간 총 95건이 측정되었으나 단 한 건도 검출되지 않았다. 1,3-부타디엔의 경우 역시 검출율이 낮아 6.2 %에 그쳤다. 크롬산 연은 상대적으로 검출율이 가장 높아서 45.1 % 정도였으며 산화에틸렌이 그다음으로 21.6 % 수준이었다. 전반적으로 검출율이 낮다는 것을 알 수 있었다.

<표 Ⅲ-29> 측정대상물질들의 검출율

유해인자명	빈도	검출율		전체
		검출안됨	검출됨	
1,3-부타디엔	빈도	8,238	548	8,786
	%	93.8%	6.2%	100.0%
니켈카르보닐	빈도	95	0	95
	%	100.0%	0.0%	100.0%
산화에틸렌	빈도	12,640	3,475	16,115
	%	78.4%	21.6%	100.0%
크롬산 연	빈도	2,962	2,437	5,399
	%	54.9%	45.1%	100.0%
전체	빈도	23,935	6,460	30,395
	%	78.7%	21.3%	100.0%

③ 측정 대상 물질의 노출수준 분포

측정 대상 물질들의 노출수준 분포는 아래 표와 같았다. 각 물질별 노출기준 대비 측정결과를 비교하여 그 분포를 확인한 결과이다. 전체적으로 측정결과가 노출 기준대비 50 % 이하인 비율이 99.5 %에 이를 정도로 노출 수준이 낮은

편이었다. 상기한 바와 같이, 니켈카르보닐은 모두 불검출이었고 1,3-부타디엔의 경우는 노출기준의 50 % 이상으로 확인된 샘플이 한 건에 그치고 있었다.

반면, 산화에틸렌과 크롬산 연은 노출기준의 50 % 이상으로 확인된 경우가 다른 물질들에 비해 상대적으로 더 많아 각각 0.73 %와 0.49 %의 비율을 차지하고 있었다. 앞서 검출율과 비슷하게 노출기준과 비교한 노출 수준의 비 역시 전반적으로 높지 않다는 것을 알 수 있었다.

<표 Ⅲ-30> 대상물질들의 노출기준 대비 노출 수준의 분포

유해인자명	빈도	Ratio(노출수준/노출기준) 분포				전체
		R <= 50%	50% < R <= 75%	75% < R <= 100%	R > 100%	
1,3-부타디엔	빈도	8,785	1	0	0	8,786
	%	99.99%	0.01%	0.00%	0.00%	100.00%
니켈카르보닐	빈도	95	0	0	0	95
	%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
산화에틸렌	빈도	15,997	60	40	18	16,115
	%	99.27%	0.37%	0.25%	0.11%	100.00%
크롬산 연	빈도	5,369	22	7	1	5,399
	%	99.44%	0.41%	0.13%	0.02%	100.00%
전체	빈도	30,246	83	47	19	30,395
	%	99.51%	0.27%	0.15%	0.06%	100.00%

다) 물질별 작업환경측정 결과 세부 검토

① 1,3-부타디엔(1,3-Butadiene; 106-99-0)

1,3-부타디엔은 지난 3년간 8,786건이 측정되었으나 검출율이 매우 낮고 검출된 측정결과의 농도 수준 역시 대부분 노출기준 대비 낮은 수준이었다. 대부분의 측정은 제조업에서 이루어졌으며 일부 전문 과학 및 기술 서비스업과 건설업 등에서도 측정이 이루어졌다. 농도 분포가 낮아 산업별 농도 분포 분석은 수행하지 않았다.

<표 Ⅲ-31> 1,3-부타디엔을 측정한 사업장 분포

대분류업종	빈도	퍼센트
제조업	8,022	91.3
전문, 과학 및 기술 서비스업	297	3.4
건설업	213	2.4
도매 및 소매업	67	0.8
전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업	37	0.4
정보통신업	31	0.4
운수 및 창고업	29	0.3
보건업 및 사회복지 서비스업	22	0.3
전기,가스,증기및수도사업	22	0.3
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	15	0.2
공공 행정, 국방 및 사회보장 행정	8	0.1
운수업	8	0.1
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	8	0.1
수도, 하수 및 폐기물 처리, 원료 재생업	4	0.0
사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업	3	0.0
합계	8,786	100.0

② 니켈 카르보닐(Nickel carbonyl, as Ni; 13463-39-3)

니켈 카르보닐은 표준산업분류의 중분류 기준에 따라 '전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업'에 해당하는 사업장들에서 주로 측정이 되어 오고 있었다. 지난 3년간 총 95건이 측정되어왔지만 모두 불검출이었다. 따라서 별도로 분석할 사항이 없었다.

<표 Ⅲ-32> 니켈카르보닐의 작업환경 측정 실적

중분류	소분류	세세분류	측정년도	측정 결과	
				빈도	평균
전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	전자 부품 제조업	그 외 기타 전자 부품 제조업	2017	47	ND
			2018	30	ND
			2019	18	ND
			합계	95	ND

③ 산화 에틸렌(Ethylene oxide; 75-21-8)

산화 에틸렌은 지난 3년간 16,115건이 측정되었으며 그 중의 대부분(8.15 %)가 보건업 분야에서 측정되었다. 병원 등에서 EO 소독기를 사용하는 것이 일반적이므로 이를 다루거나 취급되는 상황에 대해 측정이 진행되었을 것으로 판단된다. 이 외에도 화학물질 제조업이나 의약품 제조업 등에서도 많은 측정이 이루어지고 있었다.

<표 Ⅲ-33> 산화 에틸렌 측정 업종의 분포

중분류 업종	빈도	퍼센트
보건업	13,134	81.5
화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	1,063	6.6

중분류 업종	빈도	퍼센트
의료용 물질 및 의약품 제조업	468	2.9
의료, 정밀, 광학 기기 및 시계 제조업	447	2.8
사회복지 서비스업	256	1.6
전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	172	1.1
연구개발업	135	0.8
건축 기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업	65	0.4
사업시설 관리 및 조경 서비스업	52	0.3
전문직별 공사업	39	0.2
고무 및 플라스틱제품 제조업	37	0.2
기타 전문, 과학 및 기술 서비스업	28	0.2
공공 행정, 국방 및 사회보장 행정	25	0.2
협회 및 단체	19	0.1
농업	18	0.1
도매 및 상품 중개업	17	0.1
사업 지원 서비스업	15	0.1
기타 제품 제조업	14	0.1
종합 건설업	14	0.1
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	14	0.1
폐기물 수집, 운반, 처리 및 원료 재생업	12	0.1
섬유제품 제조업; 의복 제외	10	0.1
기타 개인 서비스업	9	0.1
소매업; 자동차 제외	9	0.1
부동산업	8	0.0
사업지원 서비스업	8	0.0
창작, 예술 및 여가관련 서비스업	7	0.0
식료품 제조업	6	0.0
기타 기계 및 장비 제조업	4	0.0
전기장비 제조업	3	0.0
육상 운송 및 파이프라인 운송업	2	0.0
정보서비스업	2	0.0

중분류 업종	빈도	퍼센트
컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업	2	0.0
의복, 의복 액세서리 및 모피제품 제조업	1	0.0
합계	16,115	100.0

EO의 경우 다른 물질들에 비해 검출율이 상대적으로 높은 편이었고 검출된 측정 결과의 일부는 노출기준 대비 50 % 이상인 비율이 다소 높은 편이었다. 아래 표는 EO에 대한 작업환경 측정결과가 노출기준 대비 50 % 이상으로 검출된 업종을 중심으로 ratio의 분포를 분석한 것이다. 가장 많은 빈도가 확인된 업종은 표준산업분류의 세세분류 기준에 의해 '그외 기타 의료용 기기 제조업'으로 분류되는 업체들이었다. 의료 관련 제품들을 제조하면서 제품의 소독용으로 산화 에틸렌을 취급하고 있는 것으로 추정된다. 이 외에는 대부분 병원이나 의원 혹은 의료업으로 분류되는 곳에서 산화 에틸렌에 대한 측정이 이루어지고 있었고 이 역시 대부분 EO 소독기를 취급하는 노동자들을 대상으로 측정이 이루어졌을 것으로 판단된다. 이러한 현장에서 노출기준 대비 상대적으로 높은 수준의 산화 에틸렌이 측정되고 있었다. 따라서 산화 에틸렌 노출과 관련된 직업병 발생을 예방하기 위한 관리가 필요한 현장이라고 판단되었다.

<표 Ⅲ-34> 산화 에틸렌이 측정된 업종에서의 고농도 노출 가능 산업 분포

세세분류 업종	빈도	Ratio(측정결과/노출기준)			전체
		50% < R <= 75%	75% < R <= 100%	R >100%	
그 외 기타 의료용 기기 제조업	빈도	24	23	16	63
	%	38.1%	36.5%	25.4%	100.0%
일반 병원	빈도	13	11	0	24
	%	54.2%	45.8%	0.0%	100.0%

세세분류 업종	빈도	Ratio(측정결과/노출기준)			전체
		50% < R <= 75%	75% < R <= 100%	R >100%	
종합병원	빈도	8	3	0	11
	%	72.7%	27.3%	0.0%	100.0%
공중 보건 의료업	빈도	5	1	0	6
	%	83.3%	16.7%	0.0%	100.0%
의료용품 및 기타 의약 관련제품 제조업	빈도	3	0	2	5
	%	60.0%	0.0%	40.0%	100.0%
요양병원	빈도	2	1	0	3
	%	66.7%	33.3%	0.0%	100.0%
일반 의원	빈도	2	0	0	2
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
그 외 기타 상품 전문 도매업	빈도	2	0	0	2
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
그 외 기타 달리 분류되지 않은 제품 제조업	빈도	1	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
그 외 기타 보건업	빈도	0	1	0	1
	%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
전체	빈도	60	40	18	118
	%	50.8%	33.9%	15.3%	100.0%

본 연구를 통해 살펴본 산화 에틸렌에 대한 작업환경측정 결과의 경우 의료기구 제조업과 병의원에서 소독용으로 사용하는 환경에서 노출수준이 노출기준에 육박하거나 그것을 초과하는 경우가 종종 발생하고 있다. 따라서 해당 업종에서 산화 에틸렌을 오랫동안 취급하는 노동자들에게서 그것에의 노출과 관련된 직업병이 발생되지 않도록 하는 관리 노력이 집중되어야 함을 알 수 있었다.

④ 크롬산 연(Lead chromate, as Pb; 7758-97-6)

크롬산 연이 측정된 사업장의 분포는 아래 표와 같았다. 지난 3년간 약 5,400건의 크롬산 연이 측정되었다. 측정이 가장 많이 이루어진 곳은 금속 가공제품 제조업이었으며 기타 기계 및 장비 제조업과 화학물질 및 화학제품 제조업 등에서도 크롬산 연에 대한 측정이 많이 이루어지고 있었다.

<표 Ⅲ-35> 크롬산 연 측정 업종의 분포

중분류 업종	빈도	퍼센트
금속 가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	1,425	26.4
기타 기계 및 장비 제조업	938	17.4
화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	791	14.7
개인 및 소비용품 수리업	494	9.1
자동차 및 트레일러 제조업	308	5.7
고무 및 플라스틱제품 제조업	180	3.3
1차 금속 제조업	156	2.9
전기장비 제조업	155	2.9
기타 운송장비 제조업	135	2.5
기타 제품 제조업	125	2.3
수리업	121	2.2
가구 제조업	90	1.7
전문직별 공사업	72	1.3
도매 및 상품 중개업	68	1.3
종합 건설업	60	1.1
섬유제품 제조업; 의복 제외	41	0.8
숙박업	34	0.6
목재 및 나무제품 제조업; 가구 제외	29	0.5
비금속 광물제품 제조업	27	0.5
보건업	25	0.5
스포츠 및 오락관련 서비스업	16	0.3

중분류 업종	빈도	퍼센트
음료 제조업	12	0.2
의료용 물질 및 의약품 제조업	12	0.2
전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	12	0.2
의복, 의복 액세서리 및 모피제품 제조업	11	0.2
창고 및 운송관련 서비스업	11	0.2
산업용 기계 및 장비 수리업	10	0.2
의료, 정밀, 광학 기기 및 시계 제조업	9	0.2
인쇄 및 기록매체 복제업	5	0.1
임대업; 부동산 제외	5	0.1
소매업; 자동차 제외	4	0.1
#N/A(업종이 특정되지 않음)	3	0.1
사업시설 관리 및 조경 서비스업	3	0.1
육상 운송 및 파이프라인 운송업	3	0.1
전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업	3	0.1
자동차 및 부품 판매업	2	0.0
폐기물 수집, 운반, 처리 및 원료 재생업	2	0.0
농업	1	0.0
식료품 제조업	1	0.0
합계	5,399	100.0

산화 에틸렌과 달리 크롬산 연의 측정 결과에서 노출기준에 육박하거나 상회하는 경우는 드물었다. 아래 표는 크롬산 연에 대한 노출기준 대비 50 %를 초과하는 측정 결과를 정리한 것이다. 5,399건의 측정 결과 중에서 노출기준 대비 50%를 초과한 건은 모두 30건에 그치고 있었다. 그리고 노출기준을 초과한 건은 한 건이었다. 기타 제철 및 제강업의 경우 노출 기준 대비 50 %를 넘는 경우가 다섯 건으로 가장 많았고 농업 및 임업용 기계 제조업의 경우는 노출기준을 초과한 경우가 포함되어 있었다. 전반적으로 크롬산 연에 대한 노출수준이 낮았다.

<표 Ⅲ-36> 크롬산 연이 측정된 업종에서의 고농도 노출 가능 산업 분포

세세분류 업종	빈도	Ratio(측정결과/노출기준)			전체
		50% < R <= 75%	75% < R <= 100%	R >100%	
기타 제철 및 제강업	빈도	3	2	0	5
	%	60.0%	40.0%	0.0%	100.0%
농업 및 임업용 기계 제조업	빈도	1	2	1	4
	%	25.0%	50.0%	25.0%	100.0%
도장 및 기타 피막 처리업	빈도	2	1	0	3
	%	66.7%	33.3%	0.0%	100.0%
플라스틱 선, 봉, 관 및 호스 제조업	빈도	3	0	0	3
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
구조용 금속판제품 및 금속공작물 제조업	빈도	1	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
그 외 기타 가구 제조업	빈도	1	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
그 외 기타 건축자재 도매업	빈도	1	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
그 외 기타 일반 목적용 기계 제조업	빈도	1	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
그외 기타 자동차 부품 제조업	빈도	0	1	0	1
	%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
금속 조립구조재 제조업	빈도	0	1	0	1
	%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
금속 탱크 및 저장용기 제조업	빈도	1	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
금속단조제품 제조업	빈도	1	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
기타 구조용 금속제	빈도	1	0	0	1

세세분류 업종	빈도	Ratio(측정결과/노출기준)			전체
		50% < R <= 75%	75% < R <= 100%	R >100%	
품 제조업	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
사무 및 회화용품 제조업	빈도	2	0	0	2
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
승강기 제조업	빈도	1	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
육상 금속 골조 구조재 제조업	빈도	1	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
일반용 도료 및 관련 제품 제조업	빈도	1	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
합성수지 및 기타 플라스틱 물질 제조업	빈도	1	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
전체	빈도	22	7	1	30
	%	73.3%	23.3%	3.3%	100.0%

2) 제한 검토 대상 물질의 용도 파악

용도와 노출에 관한 정보는 REACH 하에서 해당 물질에 대해 관계기관에서 추가적인 법적 조치가 필요한지 판단하는 데 활용될 수 있고 우선순위를 설정하는 데 이용될 수 있다. 즉, 등록자료에 용도와 노출 정보가 정확하게 반영되어 있으면 그것이 향후 판단의 중요한 근거가 될 수 있다는 것이다.[20]

이렇듯 특정 물질이 어떤 산업에서 어떤 용도로 사용되고 있으며 어떤 공정에서 어떤 조건으로 사용될 때 어떤 수준의 위험이 발생할 수 있는지에 대한

20) European Chemical Agency, How to prepare registration and PPORD dossiers. ECHA,: Helsinki, Finland, 2019.

데이터를 확보하는 것은 유해물질 관리 측면에서 매우 중요한 정보가 될 수 있다. 정확한 용도의 파악과 과학적인 노출 위험의 평가가 중요한 이유이다.

(1) 유럽에서의 물질 용도 파악

유럽에서의 물질을 등록하기 위해 화학물질안전성보고서(Chemical Safety Report; CSR)를 준비하게 되고 이 과정에서 등록하고자 하는 물질의 용도 파악과 노출 평가를 실시하게 된다. CSR은 REACH 프로세스에 있어서 중심적인 요소이고 등록 과정에서 요구되는 사항 중에서도 핵심적인 요소이다.

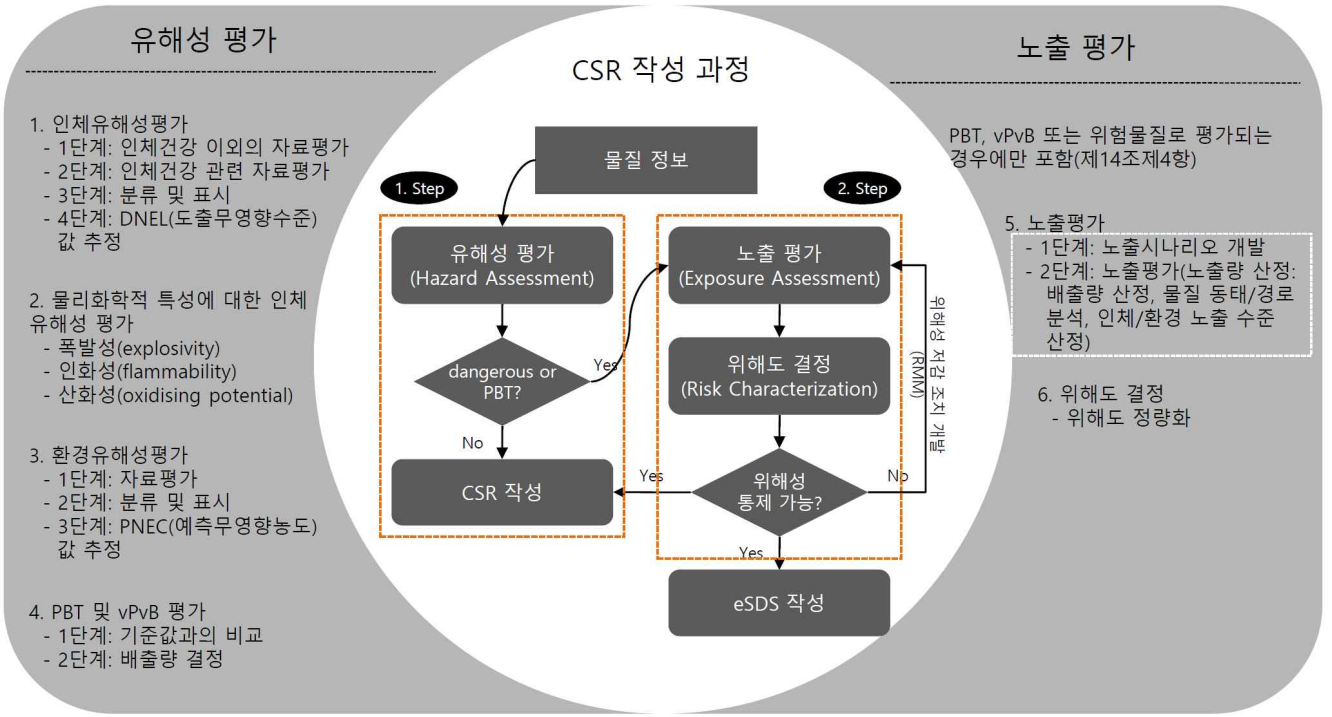
아래 그림은 CSR을 작성하는 과정을 요약한 것이다. 2020년 7월에 노동환경건강연구소와 경상대학교가 진행한 'CSR 작성에 있어서의 노출시나리오 작성과 물질의 용도파악'을 주제로 한 세미나에서 김상헌 교수가 발표한 내용을 옮긴 것이다. CSR 준비의 범위는 물질의 유형 및 용도에 따라 다르기 때문에 동일한 물질이라고 하더라도 각 기업에서 준비하는 CSR은 다르게 작성될 수 있다고 한다. 이 과정에서 물질의 유해성 평가를 통해 해당 물질이 유해하지 않다고 판단된다면 CSR을 작성하게 되지만 유해하다고 판단되면 노출시나리오에 기초해서 노출평가를 수행한 후 CSR을 작성하게 된다.

노출 평가는 먼저 노출 시나리오를 개발하는 단계가 시작이다. 두 번째 단계에서는 산정된 배출량, 물질의 동태와 이동 경로, 인체와 환경에 미칠 수 있는 노출수준을 추정하여 노출량을 산정하게 된다. 이렇게 산출된 노출량은 DNEL(Derived No-Effect Level) 등과 비교되어 위험이 우려되는지를 최종적으로 평가하게 된다. 이 때 추정된 노출 수준으로 인해 초래되는 위험의 크기가 우려될 수준이라면 현재 수준보다 더 엄격한 위해성 저감조치를 적용해서 다시 노출평가를 수행한 뒤 안전이 보장되는지를 검토하는 과정을 반복하게 된다.

노출 시나리오는 CSR을 구성하는 내용 중 일부로써 유해하다고 판단된 물질

혹은 혼합물이나, PBT, vPvB, 그리고 SVHC에 해당하는 물질들이 작성 대상이 된다. 개발된 노출 시나리오는 등록서류와는 별개로 Safety Data Sheet에 첨부되어 하위 사용자들에게 유통된다.

뒤편에서 실제 반도체 제조 사업장에서 노출시나리오를 작성한 사례를 검토하여 보고서에 반영해 두었다.



[그림 Ⅲ-7] CSR 작성 과정(김상헌, 2020).

CSR은 확장 화학물질안정성보고서(extended CSR)의 주요 정보원이면서 물질 평가(substance evaluation), 허가 그리고 제한과 같은 다양한 규제적 액션의 기초가 된다. 물질 제조자의 경우에는 화학물질의 안전성 평가(Chemical Safety Assessment; CSA)에 물질의 제조와 확인된 모든 용도에 대한 정보가 반영되어 있어야 하고 수입업자의 경우는 물질의 모든 확인된 용도에 대한 정보가 반영되어 있어야 한다. 이 때 용도에 대한 정보는 물질 자체로써 사용되는 것뿐만 아니라 혼합물에 함유된 물질의 사용을 포함한다. 물질에 대한 평가는 제조, 확인된 용도, 제품 내에서의 사용 및 폐기 단계 등, 전생애에 걸쳐 나타날 수 있는 모든 단계에서의 평가들을 포함해야 한다. 화학물질에 대한 안전성 평가는 위험을 관리하기 위한 조치나 작동 조건을 고려했을 때 사람이나 환경에 미칠 것으로 예상되는 합리적인 노출 상황과 물질이 나타낼 수 있는 잠재적인 영향을 비교하면서 이루어진다.[21]

CSA는 물질이 사용되는 현장에서의 위험성평가(site-based risk assessment)를 보조할 수는 있지만 각 국가의 환경규제와 안전보건 규제에 따라 수행되어야하는 위험성평가를 대체할 수 있는 것은 아니다. 현장의 위험성평가는 실제의 작동 조건과 위험 관리 조치 하에서 사용되는 모든 화학물질로부터 비롯될 수 있는 전반적인 위험을 다루는 것이다. 등록자가 제출한 CSR의 정보는 이런 현장의 위험성평가나 다른 규제에서 요구되는 사항들을 수행하는 것에 보조적으로 활용될 수 있다.

물질이나 혼합물이 CLP에 따라서 유해하다고 분류되는 경우, 물질이 persistent, bioaccumulative and toxic (PBT) 이거나 혹은 very persistent and very bioaccumulative (vPvB)인 경우, 그리고 물질이 허가대상 후보물질

21) Environmental Protection Agency An Illustrative Example of a CSR. Part 1: Introductory Note with advice on preparing your chemical safety report. https://echa.europa.eu/documents/10162/13632/csr_example_introduction_part1_en.pdf/285beda2-088a-467b-a3cf-6fd70f0a8f12 (accessed August 11).

(candidate list for authorisation)인 경우에 SDS가 제공되어야 한다. 또한 혼합물이 유해하다고 분류되지는 않지만 유해 물질이 특정 농도 이상으로 함유된 경우에도 SDS가 제공되어야 한다.[22)]

위험을 관리하기 위한 대책에 대한 새로운 정보 혹은 유해성에 대한 새로운 정보가 발생했을 경우에 SDS가 개정되어야 한다. 그리고 새롭게 허가 대상 물질이 선정되었거나 취소되었을 때 혹은 새로운 제한 내용이 적용될 경우에 개정을 해야 한다.

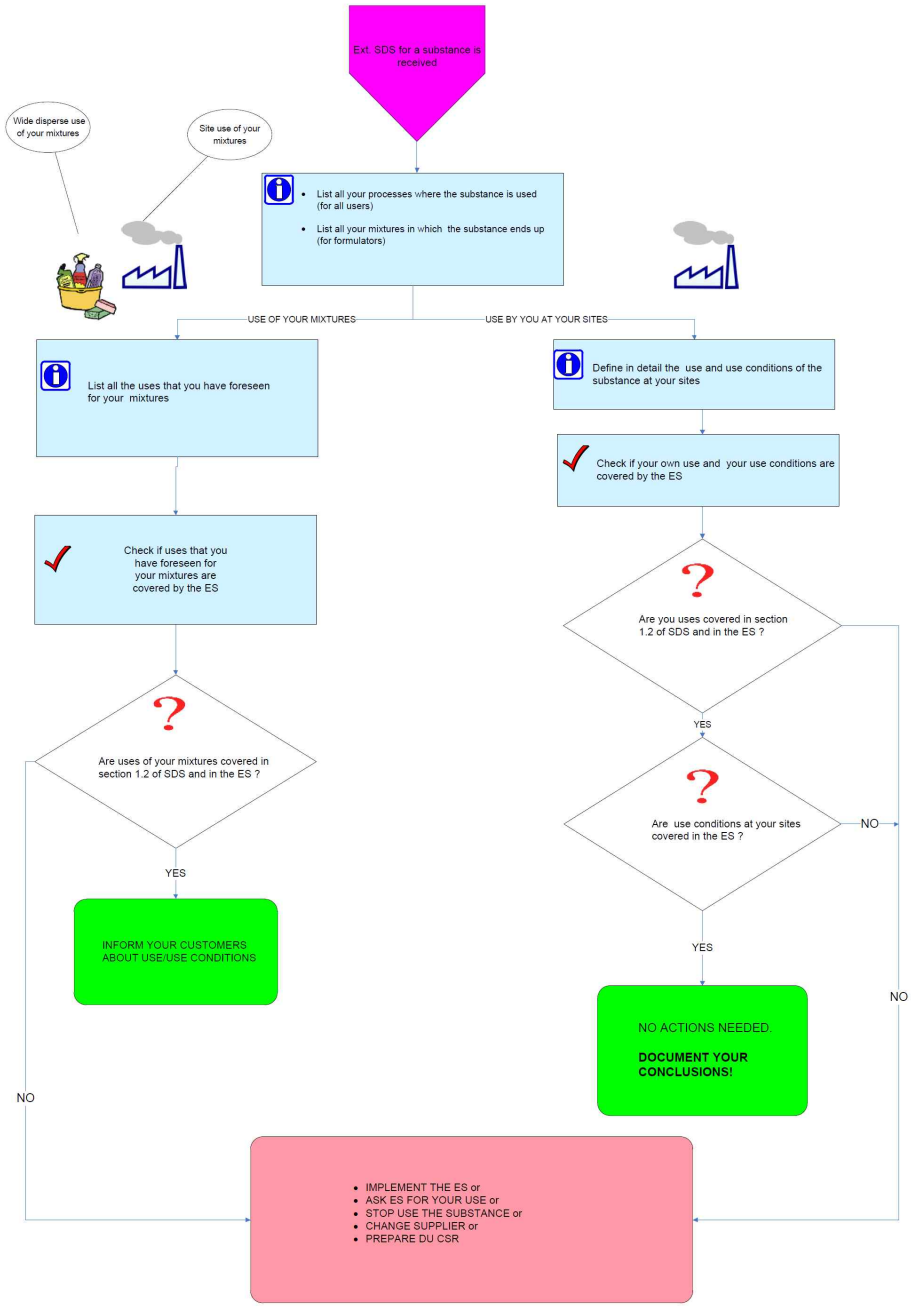
유해물질이 연간 10톤 이상 사용되는 유해물질에 대해서는 eSDS(extended SDS)가 첨부되어야 하며 노출 시나리오가 반영되어 있어야 한다. 노출 시나리오에는 사람이나 환경에 나타날 수 있는 노출을 어떻게 관리해서 안전한 사용이 이루어질 수 있게 할 것이냐에 대한 내용이 담겨있다. 즉, 각 물질의 파악된 용도에 대해서 안전한 사용이 이루어질 수 있도록 하는 작업조건과 위험 관리 대책이 서술되어 있다.

물질들은 그 자체로 사용될 수도 있지만 대부분은 혼합물의 원료가 되기도 한다. 혼합물 제조자는 유해 혼합물을 제조할 경우, 각 구성물질의 노출 시나리오에서 관련된 정보를 수집하여 혼합물에 대한 SDS를 작성할 수 있다.

eSDS가 주어졌다는 것은 노출 시나리오가 첨부되어 있다는 것을 의미한다. 첫 번째로 해야 할 것은 자신의 사용용도에 해당하는 노출 시나리오가 있는지를 확인하는 것이다. 관련된 노출 시나리오가 확인되면, 노출 시나리오에 서술된 사용 조건이 실제 자신의 사용 조건과 일치하는지를 확인해야 한다. 노출 시나리오에 서술된 사용조건과 일치하는지를 확인하기 위해서는 다음과 같은 항목들을 주의 깊게 검토해야 한다.[23)] 작업장의 경우,

22) European Chemicals Agency, Guide on Safety data sheets and Exposure scenarios. European Chemicals Agency,: 2018.
23) European Chemicals Agency, How downstream users can handle exposure scenarios. European Chemicals Agency,: 2016.

- 노출 시나리오에 기술된 제품의 특징(예를 들어, 혼합물 내 물질의 함유량, 점도 등)이 자신이 사용하는 제품과 일치하는지를 확인한다.
- 일반적인 환기 조건(예를 들어 작업장의 체적, 실내인지 혹은 실외인지 등)이 노출시나리오의 조건과 일치하는지 확인한다.
- 물질의 배출을 제어할 수 있는 조건(예를 들어, 이송 시스템, 밀폐 정도, 온도, 적용 방법 등)이 노출시나리오의 조건과 일치하는지 확인한다.
- 특정한 위험 관리 대책이 요구되고 있는지를 확인한다.
- 조직의 관리적 대책(예를 들어, 훈련이나 정비와 같은 것들)들이 수행되고 있는지 등을 확인해야 한다.



[그림 Ⅲ-8] eSDS를 받고 수령자가 해야 할 일들의 순서(ECHA, 2020).

만약 사용 조건이 기술된 것과 일치한다면, 그렇게 판단하게 된 과정을 정리하여 문서화해 두면 된다. 이후 관계단국에서 관련 자료를 요청할 시 이 문서를 제출하면 된다. 만약 혼합물을 판매하는 입장이라면 공급받는 사람들에게 안전한 사용조건에 관한 정보를 전달해 주어야 한다. 이 때 공급받는 자들 역시 동일한 체크 과정(용도와 사용 조건이 일치하는지 등을 체크하는 것)을 거쳐야 하는 의무가 발생하게 된다.

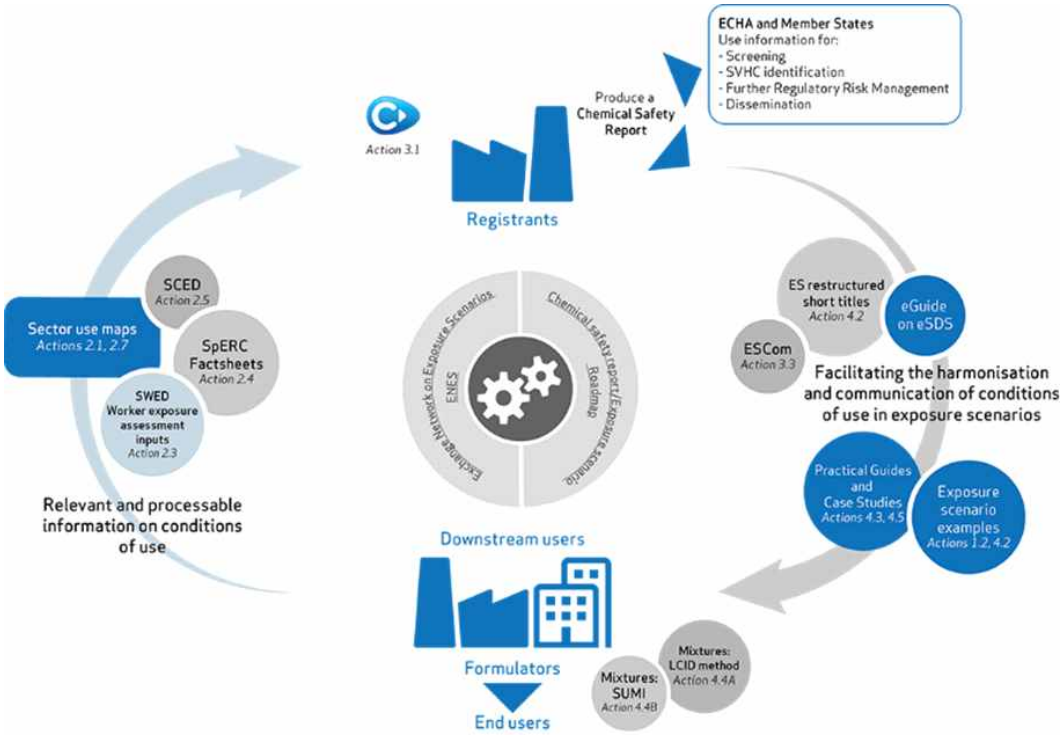
반대로, 종종 사용 조건이 일치하지 않는 경우가 있는데 예를 들어, 물질의 함량, 노출 기간, 혹은 사용되는 물질의 양이 서술된 조건과 다른 경우가 이에 해당된다. 이렇게 노출 시나리오에 서술된 것과 용도 및 사용조건이 다를 경우에는 다음과 같은 조치 중에서 어느 하나를 수행해야 한다.

자신의 용도 및 사용조건을 CSR에 반영해서 그에 해당하는 노출 시나리오가 포함된 CSR을 전달해 줄 것을 공급자에게 요청한다. 이 때 공급자들이 노출 평가 등을 수행하는 데 필요한 충분한 자료를 제공해 주어야 한다. 관련 업체에서 이와 같은 과정이 원활하게 진행될 수 있는 방안을 만들어 두었을 것이므로 이를 이용하는 것이 좋다. 예를 들어, USE Map을 이용하는 것이 좋은 방안이 될 수 있다.

또는 자신의 사용 조건을 SDS에서 기술한 바대로 변경할 수도 있다. 그리고 보다 안전한 대체품으로 교체하거나 아예 해당 물질을 사용하지 않도록 할 수도 있다. 기존의 공급망을 바꾸어서 자신의 용도 및 사용조건이 포함된 SDS를 제공하는 곳을 선택할 수도 있다.

- 자신이 직접 자신의 용도와 사용조건에 해당하는 화학물질의 안전성 평가를 수행해서 하위 사용자의 화학물질안전성보고서(downstream user chemical safety report; DU CSR)를 작성할 수도 있다.

가장 적합한 조치는 자신의 상황에 따라 달라질 수 있지만 위에 열거된 여러 조건들 중에서 어느 한 가지를 선택했다면 그것에 이르게 된 경위를 정리하여 문서화해두어야 한다. 이 문서 역시 이후 관계단국에서 관련 자료를 요청할 시 제출하면 된다.



[그림 Ⅲ-9] REACH에서의 CSR 준비와 물질의 용도파악 과정(ECHA, 2020).

하위 사용자의 경우, 자신들의 사용조건이 공급자가 제시한 노출시나리오와 정확하게 일치하는지를 판단하기 어려운 상황이 발생할 수도 있다. 이 경우에, 'Scaling(범위 조정)'이라고 알려진 방법을 통해 일치 여부를 판단하게 된다. 범위조정은 수학 공식처럼 주어지는데 작업 조건 등에 관한 변수들을 조정하되

그 계산 결과가 정해진 범위를 벗어나지 않을 때 노출시나리오에서 제시한 조건들과 현장의 조건들이 일치한다는 판단을 내릴 수 있다. 만약 공급자가 범위조정에 대해 언급하지 않고 있거나 혹은 범위조정을 한 결과 노출 수준이 공급자가 설정한 노출 시나리오에 비해 더욱 높아질 경우에는 노출 시나리오에 제시된 바대로 작업 조건을 맞추던가, 공급자에게 자신의 사용 조건에 맞는 노출 시나리오를 반영해 줄 것을 요청하던가, 혹은 하위 사용자의 화학물질안전성 평가를 수행해야 한다.

(2) 노출 시나리오 작성 사례

ECHA는 노출 시나리오의 사례를 만들어 보기 위해 유럽 반도체 산업협회(European Semiconductor Industry Association; ESIA)와 협의를 했다. 이 프로젝트에 EISA 이외에 국제 반도체 제조자 협회(International Sematech Manufacturing Initiative; ISMI)와 반도체 회사에 화학물질을 공급하는 공급자들이 참여했다. 이 프로젝트 팀은 반도체 제조에서 사용되는 대표적인 세 가지 물질을 선정했고 이에 대한 작업조건(operating condition; OC)과 위험관리대책(risk management measures; RMM)을 선택했다. 이 프로젝트에서 만들어진 노출 시나리오는 공급자들이 화학물질안전성보고서를 작성하는 데 활용할 수 있는 표준 양식이 될 목적으로 작성된 것이다.[24)]

노출 시나리오 작성 대상이 되었던 것은 Fab(Fabrication area)이라는 장소, 즉 클린 룸(clean room)이라고 불리는 곳에서 만들어지는 반도체 장비 일부의 제조 과정이었다. Fab은 온도와 습도 그리고 입자상 물질 등이 매우 엄격하게 관리되는 곳이다. 또한 화학물질의 증기와 가스 역시 엄격한 관리 대상 물질인데 이런 물질들이 관리되지 못하고 공기 중에 존재하는 것 자체가 제품을 오염

24) European Chemicals Agency, Exposure Scenarios for the Semiconductor Industry Examples. European Chemicals Agency,: 2010.

시킬 가능성이 있을 뿐만 아니라 노동자의 건강과 환경에도 영향을 미칠 수 있기 때문이다.

아래 그림은 이 프로젝트에서 작성한 세 가지 유형의 노출 시나리오 종 한 예를 보여주고 있다. 즉, 반도체 장비(웨이퍼)를 생산할 때 무기산을 이용해 표면을 처리하는 작업에 대한 노출 시나리오이다. 이 시나리오에 사용된 무기산은 부식성이 있다고 분류된 물질이며 위험 표구(Risk Phrase) R34(화상을 입힐 수 있음)이 부여된 물질이다. 이 물질은 완전히 밀폐되어 노동자에게 노출이 일어날 가능성이 없는 조건에서 사용되기도 하고 반 밀폐된 조건에서 사용되어 일부의 노출이 가능한 조건에서 사용되기도 한다. 사용된 무기산은 폐수 중화 시스템으로 배출되고 이곳에서 95 % 정도가 중화 처리된다.

노출 농도 예측은 "ECETOC TRA"를 이용해서 얻어졌다. 이를 위해 공정 상황, 운전조건, 환경관리 상황/수준 등의 변수가 기입된다. 마지막으로 DNEL(Derived No-Effect Level)과 비교해 Risk를 평가하게 된다.

이 때 이 공정 내에서도 세 가지 상황에 대한 노출 시나리오가 작성되었다. 첫 번째 노출 시나리오는 거의 완전히 밀폐된 자동화 공정의 장비를 이용해 작업을 하는 상황이다. 두 번째 시나리오는 병에 담긴 산을 공정의 탱크에 옮기는 작업, 장비를 세척하는 작업, 정비 작업, 그리고 샘플링 작업이 포함된 시나리오이다. 그리고 마지막 세 번째 시나리오는 웨이퍼를 산에 담그는 작업에 대한 시나리오이다. 이처럼 한 공정에서 이루어지는 일상적인 작업 이외에도 비정기적으로 이루어지는 작업, 예를 들면 정비작업이나 세척작업 그리고 샘플링과 같은 작업을 시나리오에 포함시켜 모든 작업상황에 대한 위험을 평가하고 있다.

이 때 사용된 가정 조건은 다음과 같았다. 무기산의 사용 및 노출 시간은 하루에 15 ~ 60분 미만이었고 국소배기장치가 작동된 상태에서 작업이 이루어지고 있는 상태를 가정하였다. 국소배기장치의 효과는 90 %(ECETOC 모델링의 기본 값)이다. 무기산과의 직접적인 피부 접촉과 호흡기 노출을 예방하기 위해

특별한 취급 도구가 사용된다. 그리고 현장 노동자들은 충분히 훈련받은 상태이고 모든 국소배기장치와 개인보호구가 모두 잘 관리된 상태로 사용 및 착용된 상태에서 작업이 이루어진다. 예를 들어, 산에 잘 견디는 소재의 장갑, 안면보호구, 앞치마와 보호의, 그리고 안전화 등을 착용한 상태로 작업을 수행한다.

이외에도 노출량 추정을 위한 모델링의 변수에는 반영되지 않지만 추가적인 노출 예방 조치를 언급하고 있는데, 예를 들어서, 누출 감지 센서를 설치한다던지 유출 방지 설비를 구축해서 갑작스런 사고가 발생해서 무기산이 쏟아지거나 유출되었을 때 노동자를 보호하기 위한 추가 조치를 취하도록 조언하고 있다.

3.2.1 Exposure Scenario

9.1 "Surface treatment with inorganic acids in production of semiconductor devices"	
List of all use descriptors from the stage and all uses under it (from life cycle tree)	*ERC 4, SU16, PROC 1, PROC 8b, PROC 13*
Contributing environmental scenario: surface treatment of wafers with water borne acids in production of semiconductor devices	*ERC 4*
Contributing worker scenario 1: use in rigorously contained processes (automatic equipment)	*PROC 1*
Contributing worker scenario 2: transfer of acid from bottles to process tanks, cleaning of equipment, maintenance and sampling	*PROC 8b*
Contributing worker scenario 3: treatment of wafers by dipping in acid bath	*PROC 13*

[그림 Ⅲ-10] 반도체 제조 공장에서의 노출 시나리오 작성 사례(ECHA, 2010).

아래 그림은 상기한 바대로 작성된 노출 시나리오를 근거로 ECETOC을 통한 모델링 결과를 요약한 것이다. 평가하고자 하는 건강영향에 따라 추정된 노출 농도를 산출하고 그에 해당하는 DNEL과 비교해서 위험추정비 (Risk Characterization Ratio; RCR)를 구하게 된다. 평가결과 만성적인 호흡기계 건강영향, 만성적인 국소 호흡기계 건강영향, 그리고 만성적인 피부계 건강영향은

RCR 값이 1을 넘지 않았다. 즉, 모델링에 적용된 국소배기장치의 운영 및 개인보호구의 착용 등을 전제로 작업이 진행된다면 예상되는 건강영향의 위험이 우려할 수준이 아니라는 것이다.

또한 RCR의 추정과 같은 정량적인 평가 이외에도 정성적인 평가를 통해 위험의 수준을 구분하고 있다. 즉, 피부나 호흡기에 국소적으로 나타날 수 있는 장단기의 건강영향은 시나리오에 적용된 운전조건과 위험관리조치가 제대로 지켜질 경우 충분히 통제가능하다고 평가되고 있다.

Endpoint	Exposure concentration	DNEL**	Risk Characterisation Ratio
Long-term inhalation systemic	0.817 mg/m3	1.8 mg/m3	0.454
Long-term inhalation local	0.817 mg/m3	1.4 mg/m3	0.583
Long-term dermal systemic	0.686 mg/kg bw/d	14 mg/kg/d	0.049
Long-term dermal local	not available**	not derived**	qualitative assessment
Acute inhalation local	not required ***	not required ***	not required
Acute inhalation systemic	not required ****	not required ****	not required
Acute dermal local	not available**	not derived**	qualitative assessment
Acute dermal systemic	not required*****	not required*****	not required

** DNEL has been calculated on the basis of toxicological information provided. Conservative assessment factors were used.*
*** No data available. Qualitative assessment performed, based on OC and RMM*
**** The substance does not meet the criteria to be classified for local respiratory effects*
***** The substance does not meet the criteria to be classified for systemic effects due to respiratory exposure*
****** The substance does not meet the criteria to be classified for systemic effects due to dermal exposure*

[그림 Ⅲ-11] 반도체 제조 공장에서의 노출 시나리오에 따른 노출량 추정 결과와 위험성 평가 사례(ECHA, 2010).

ECHA는 이 프로젝트를 통해서 네 가지 교훈을 얻을 수 있었다고 한다. 첫째, 각 산업별로 일반적인 사용 조건을 도출하는 것은 쉽지 않은 일이기 때문에 최악의 조건을 상정해서 노출시나리오를 만들어야 한다는 것이다. 동일한 산업이라고 하더라도 그 안에서 펼쳐지는 활동들은 기간과 빈도가 모두 다를 수밖에 없다. 따라서 이번 프로젝트의 경우처럼 반도체 산업을 대표하는 하나의 단일한 운전 및 사용 조건을 설정하는 것은 매우 어려울 수밖에 없다. 이처럼 현장의 조건이

각 회사마다 다르기 때문에 해당 산업에 적용시키기 위한 일반적인 조건의 설정은 위험이 통제되기 어려운 조건 혹은 최악의 조건에 기반해서 만들어져야 한다는 것이다.

둘째, 모델링을 통한 노출의 추정이 반드시 정확하지는 않기 때문에 실측을 통한 정보 보완이 필요하다. 이번 프로젝트 내에서 노동자들의 유해물질 노출을 추정하기 위해 TIER 1 tool(ECETOC TRA)을 사용했으나 clean room 조건에서는 잘 들어맞지 않았고 결과적으로 노출을 과대평가하게 되었다. 또한 비정기적인 작업, 예를 들어 정비작업과 같은 특이적인 작업 상황에서는 적절한 PROCs을 선택하기가 어렵다. 이 경우 TIER 1 tool이 과대평가를 하게 되고 실제의 현장 조건을 제대로 반영하지 못하는 결과를 초래하게 된다. 따라서 이런 상황에서는 실측(monitoring) 데이트를 활용하는 것이 필요하다.

셋째, 반도체 산업의 경우 특정한 개별 물질보다는 비슷한 유해성을 갖는 여러 가지 물질에 대한 RMM이 적용되는 경우가 많아 개별 물질들에 대한 RMM의 효과를 검증하기 힘들 수 있다. 이런 경우에도 실측 데이터를 활용하는 것이 필요하다.

넷째, 유해물질에 대한 RMM을 적용할 경우 다른 매체에 위험이 전가되는 경우가 발생할 수 있으므로 주의가 필요하다. 예를 들어, 반도체 공정에서는 공기 중에 존재하는 유해물질을 제거하기 위해 물을 이용하게 되는데 이렇게 되면 공기 중에 존재하던 반응성 물질이나 이차 부산물들이 물로 전이될 수 있어서 물의 오염이 발생할 수 있다. 따라서 추가적으로 발생할 수 있는 위험에 대한 고려가 이루어져야 한다.

이처럼, 노출 시나리오를 작성함에 있어, 산업 내에서 벌어지는 다양한 활동들을 일반적인 조건으로 특정하기 어렵거나 모델링 도구를 활용할 때 실제 상황을 제대로 반영하지 못하는 경우, 그리고 목표한 물질에 대한 RMM을 적용할 경우 추가적으로 발생하는 위험이 뒤따를 수 있다는 점들을 다면적으로 고려할 필요가 있다. 향후 국내에서 특정 유해물질에 대한 노출시나리오를 작성할 때 반드시

고려되어야 할 교훈이라고 판단된다.

(3) 노출 추정을 위한 모델링의 활용

등록자료를 작성할 때 노출 평가 파트에서 가장 많이 활용되고 있는 모델링 방식이 ECETOC TRA이다. ECETOC(European Center for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals)는 화학물질이 환경과 건강에 미치는 영향을 통합적으로 평가할 수 있는 체계에 대한 아이디어를 2003년에 처음으로 제안하였다. 이것은 예측되는 위험이 단계적으로 설정된 목표에 적합한가를 평가하는 접근법을 핵심 근간으로 하고 있으며 이를 통해 제조자와 공급자가 화학제품에 대한 위험성 평가를 수행할 수 있도록 만들어졌다. 이 툴이 만들어진 의도는 기본적으로 위험하다고 분류될 수 없는 노출 상황과 좀 더 자세하고 정교한 위험성평가가 필요한 것(상위 단계)을 신속히 구별하기 위한 것이었다.

ECETOC Targeted Risk Assessment(TRA)는 2004년에 출시되었으며 크게 세 개의 별도 모델로 구성되어 있다. 이를 통해, 여러 가지의 이벤트에 대해 ('노출 시나리오') 노동자, 소비자, 그리고 환경에 대한 노출을 예측할 수 있다. ECETOC TRA는 ECHA(European Chemical Agency)'s CHESAR(Chemical Safety Assessment and Reporting tool)내에서 노동자와 소비자의 노출을 예측하는 데 사용되는 기본 틀이기도 하다.

TRA version 2는 2009년에 출시되었고 2011년 말까지 10,000 건 이상의 다운로드를 기록했다. 2010년 12월에 REACH 의 Phase 1이 종료 된 후, ECETOC는 TRA의 사용자들로부터 TRA의 어떤 점이 개선되어야 하는지에 대해 물었고 이를 최대한 반영하였으며 개선된 TRA가 REACH의 Phase 2에서 사용될 수 있도록 했다. Version 3를 통해 전반적인 정확성과 사용성을 향상시켜왔다.[25)]

노출평가는 노출량을 추정하는 것으로써 실측자료가 필요한 만큼 존재한다면 가장 신뢰할만한 정보원이 될 수 있지만 시간과 비용이 많이 소요되는 어려운 작업이다. 즉, 공정시험법 등을 적용하여 자격을 갖춘 전문가들을 통해 측정된 결과라면 노출량에 대한 정보는 매우 정확해서 신뢰도가 높을 것이고 또한 현장 상황이 충분히 반영될 정도의 샘플수가 존재한다면 측정 결과의 대표성도 분명하다고 할 수 있다. 반면 그만큼 측정 어렵고 시간과 비용이 많이 드는 것은 단점이라고 할 수 있다.

반면 모델링을 통해서 추정된 자료는 수학적 모델과 통계적 모델을 활용하는 것이므로 시간과 경비가 적게 드는 장점이 있으나 어떤 변수를 설정하고 투입하느냐에 따라 추정되는 노출량이 달라질 수 있어 신뢰도가 낮은 단점이 있다. 그러나 모델링 툴은 실측자료로 검증해서 만든 것이기 때문에 모델도 결국은 실측 자료에 기반하고 있다고 볼 수 있다. 두 자료가 모두 있다면 실측 자료가 우선적으로 사용되는 것이 좋겠지만 그러나 현 상황에서 노출평가에 활용할 수 있는 실측 자료가 부족해서 모델링이 효율적으로 사용되고 있는 형편이다. 다만, 실측 자료가 충분하다면 굳이 모델을 이용할 필요는 없다.

앞서 반도체 공장에서 시도된 노출 시나리오 작성 및 노출평가 사례를 통해 얻어진 교훈에서도 모델을 사용할 경우 과대평가 혹은 과소평가할 수 있는 여지가 충분하기 때문에 실측자료를 통해 보완할 필요가 있다고 정리하고 있다. 이처럼 자료가 충분할 경우는 실측자료를 활용하는 것이 일차적이겠지만 그렇지 못할 경우에는 노출평가를 위해 개발된 모델을 활용하는 방안이 합리적이라고 판단된다.

3) 제한 제도 운영을 위한 국내 자료 활용 가능성 평가

---

25) European Centre for Exotoxicology and Toxicology of Chemicals *ECETOC TRA version 3: Background and Rationale for the Improvements*; Brussels, July 2012.

(1) 노출 파악에 활용 가능한 국내 자료 검토

가) 작업환경측정 자료의 활용

노출 및 위험성평가의 경우 국내에서는 작업환경측정자료를 활용할 수 있다. 그러나 현재 운영되고 있는 작업환경측정 제도에서 얻어진 결과를 유해물질의 노출 실태 파악에 활용하는 데는 일정의 한계가 있음이 분명하다. 앞서 작업환경측정 자료 검토에서 확인할 수 있는 내용은 다음과 같았다.

첫째, 아직 측정 대상이 되지 않은 물질들은 당연하게도 측정 자료 자체가 없다. 따라서 일정의 독성을 갖고 있어 노출 위험이 있을 경우 건강영향이 우려되더라도 작업환경측정 대상 물질이 아닐 경우에는 그 위험을 예측할 수 없다. 예를 들어, 벤조(a)피렌의 경우 작업환경측정대상 유해인자에 포함되어 있지 않다. 그러나 이 물질은 다핵방향족 탄화수소의 한 종류로써 발암성이 높은 물질임에도 불구하고 측정에는 반영되지 않았다. 물론 '화학물질 및 물리적 인자의 노출기준에 관한 고시'에 반영되어 있어 작업환경측정대상 중 그 밖에 고용노동부장관이 정하여 고시하는 인체에 해로운 유해인자로써 측정이 이루어질 수도 있겠으나 현실적으로는 작업환경측정 기록에 반영된 적은 없다. 이처럼 작업환경측정 제도의 특성상 산업활동에 사용되는 전반적인 유해물질들의 노출 양상과 그로 인한 위험성평가가 가능하지 않다는 한계가 분명하다.

둘째, 측정 대상 물질이라고 하더라도 측정된 적이 없어서 국내에 측정 기록이 없는 경우도 있다. 아세네이트 연과 크로밀 클로라이드가 이에 해당된다. 이는 실제로 측정할만한 상황이 없었기 때문인지 혹은 생소한 화학물질이다 보니 작업환경측정 과정에서 제대로 검토되지 못한 것인지, 혹은 국내에 유통되거나 사용된 적이 없기 때문인지는 분명치 않다. 첫 번째의 경우와 마찬가지로 이 물질이 사용되면서 나타날 수 있는 위험을 전혀 평가할 수 없게 된다.

셋째, 작업환경측정자료가 각 화학물질이 사용된 현장에서의 노출 수준을 제대로 반영하는 객관적인 자료로 활용 가능한 것이냐는 의문이 많다. 2019년에 수행된 연구 대상물질이었던 벤젠에 대한 작업환경측정자료를 분석한 경험에서도 비슷한 의문이 제기된 바가 있다. 작업환경측정 자료의 신뢰성에 대한 문제제기는 오랫동안 논의되어 왔었던 측정제도의 근본적인 문제점 중 하나이다.

결과적으로 작업환경측정 자료는 근본적으로 산업안전보건법에 근거한 측정제도이므로 법에서 명시하고 있는 물질들만을 대상으로 측정이 이루어질 수밖에 없는 한계가 분명하다. 또한 법적으로는 모든 사업장이 측정 대상이 되지만 측정을 실시하고 있는 사업장의 비율이 높지 않다는 것도 한계로 지적될 수 있다.

따라서 작업환경측정자료가 유해물질의 노출 실태를 파악하기 위한 정보로 활용되기 위해서는 정보 생산 방식이 조정될 필요가 있다. 즉, 해당 물질의 노출을 평가한 상황이 파악될 수 있는 맥락적 정보가 보완될 수 있도록 작업환경측정자료 생산 양식이 조정될 필요가 있다.

예를 들어, 측정 대상 물질 자체 혹은 측정 대상 물질이 함유된 제품의 MSDS가 연결되어야 한다. 향후 어떤 물질과 제품들이 어떤 용도에서 사용되고 있는지를 파악할 수 있는 자료로 활용가능하다. 그리고 어떤 용도로 사용되는 환경에서 어느 정도 노출이 가능한지를 평가하는데 활용될 수도 있다.

또한 해당 물질 혹은 제품이 사용된 공정명과 용도가 기입되어야 한다. 그리고 노출 평가 상황을 반영하는 맥락적 정보로써 RMM(risk management measure) 정보(환기(국소환기 혹은 전체환기 여부와 환기의 효율) 상태, 개인보호구 착용 여부 등)와 운전 조건(공정의 밀폐 정도, 온/습도, 노출 시간 및 빈도, 사용량, 물질의 특성 및 상태 등) 등의 정보가 함께 기록되어야 한다.

이런 정보가 체계적으로 기록되기 위해서는 공정명과 용도에 대한 정의가 먼저 도입되어야 한다. 현재 작업환경실태조사에서 사용하는 공정분류는 총 39개이며 용도분류는 총 77개이다. 향후 현재 사용되고 있는 공정분류 및 용도분

류가 산업현장의 유해물질 노출 상황을 반영하는데 적절한지에 대한 점검이 필요할 것으로 판단된다. 더불어 화평법에서 사용하고 있는 용도의 분류와도 연계되어야 하는 숙제가 남아 있다.

또한 맥락적 정보의 표준화도 선행되어야 하고 이를 반영한 작업환경측정이 현실적으로 가능한지도 평가되어야 한다. 이런 조건들이 해결된다면 수십 년간 구축되어 온 작업환경측정 인프라를 활용해서 특정 물질이나 제품의 용도 확인 및 노출평가에 적극적으로 활용할 수 있을 것이다.

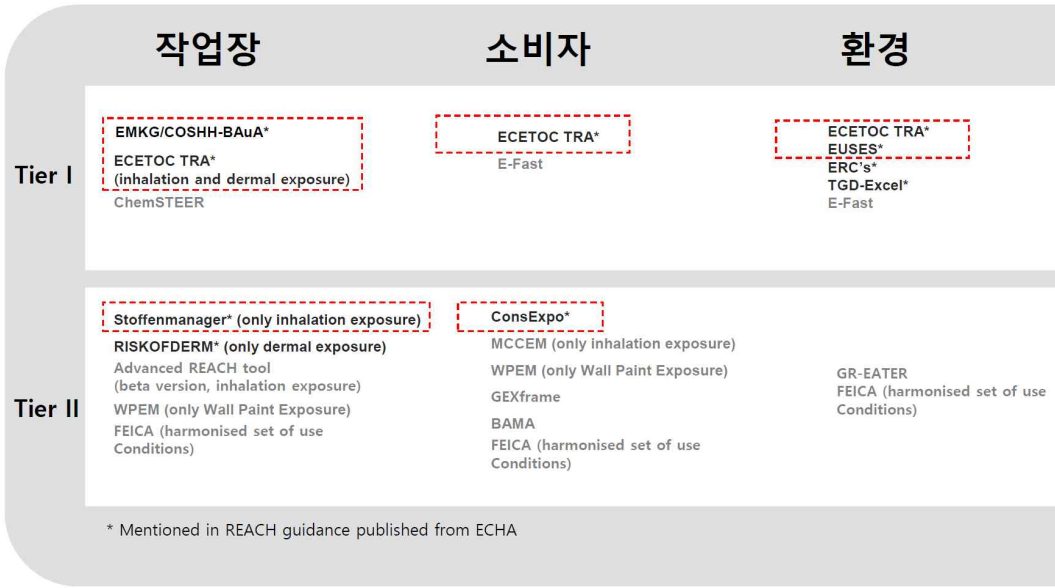
나) 모델링의 활용

국내의 경우 작업환경측정 제도가 운영되고 있지만 측정대상 물질이 한정되어 있어 산업현장에서 사용되는 물질에 대한 위험성 평가에 활용되기에는 매우 제한적인 것이 사실이다. 따라서 측정 대상 이외의 물질에 대해 여러 가지 용도에 있어서의 노출평가를 실시해야 할 상황에서는 기존에 개발된 모델을 활용하는 방안이 적절할 것이라고 판단된다.

아래 그림은 노출 대상자에 따라 적절하게 활용할 수 있도록 개발된 모델링 tool을 예시하고 있다. 노동자를 대상으로 하는 노출평가에서는 ECETOC TRA 등이 사용되고 있다. 노출 위험이 큰 작업에 대해서는 Stoffenmanger(for inhalation exposure)와 RISKOFDERM(for dermal exposure) 등의 모델링 툴을 사용한다.

모델링을 활용하기 위해서는 앞서 작업환경측정 자료의 활용에서 해결되어야 할 전제조건으로 제시한 사항들, 즉, 특정 물질이 사용되는 각 용도와 공정에 대한 맥락적인 정보가 먼저 정리되어야 한다. 반도체 산업에서 수행된 노출시나리오의 작성과 노출 위험의 평가 결과에서처럼 공정 운전 조건과 운행 조건 등의 정보가 설정될 수 있으면 각 변수들이 반영된 모델링 결과를 산출해서 DNEL 혹은 노출기준과 비교해 노출위험을 평가할 수 있을 것이다. 다만, 작업

환경측정 결과의 활용에서 언급한 바대로 이상의 정보를 구축할 수 있는 시스템이 먼저 구현되어야 한다.



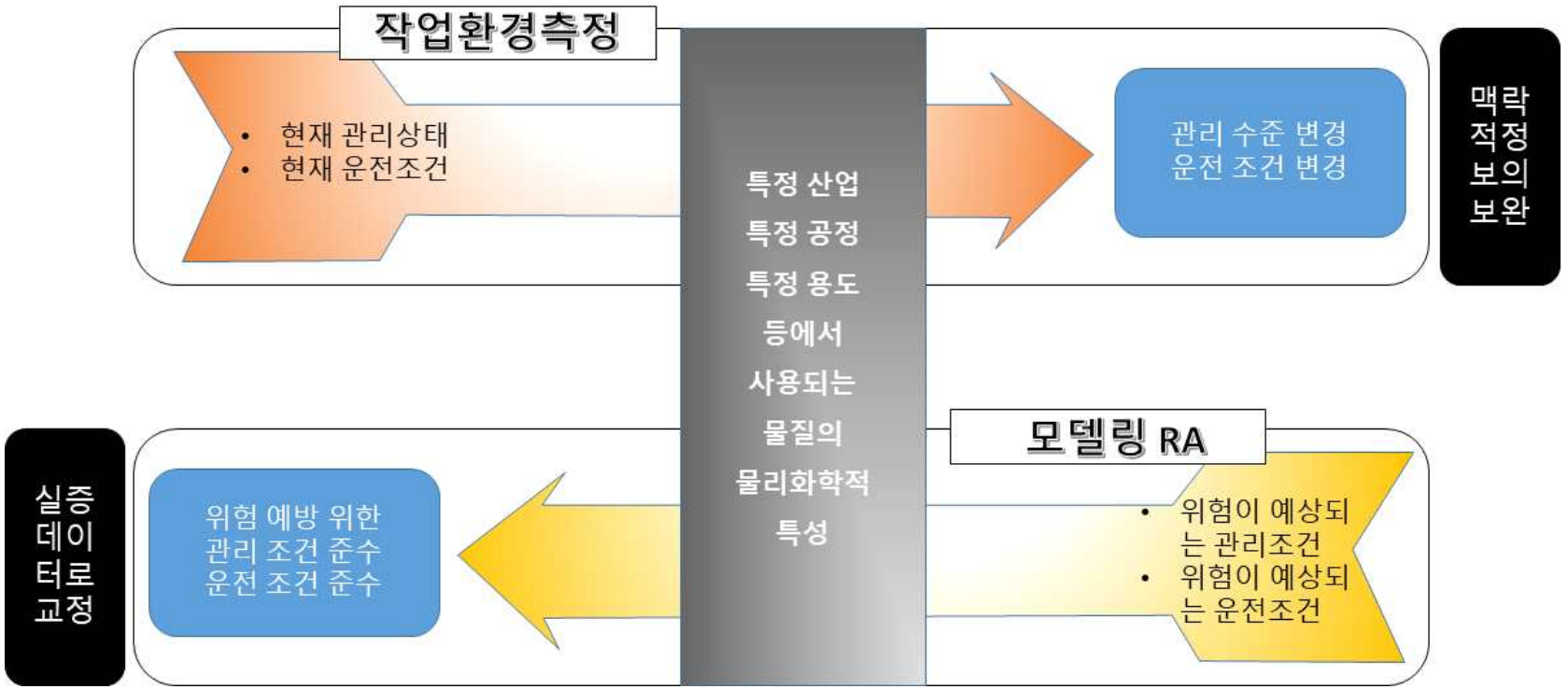
[그림 Ⅲ－12] 노출 대상에 따른 모델링 기법의 구분(김상헌, 2020).

아래 그림은 현재 운영되고 있는 작업환경측정 제도에 의한 측정 결과와 물질의 등록 과정에서 수행되는 위험성평가에 활용되는 모델링에서의 노출 평가 결과의 양상을 비교한 것이다. 현재 운영되는 작업환경측정의 경우는 현재의 관리 시점에서 측정된 결과를 토대로 위험이 있는지를 평가하고 위험이 있다고 판단되면 위험을 감소시키기 위한 조치를 취하도록 하고 있다. 반면 등록 과정에서 실시되는 노출 평가에서는 해당 물질이 사용되는 용도를 파악한 후 각 용도별로 어떤 조건에서 그 물질이 사용되는지를 설정해서 어떤 관리조치를 취해야 위험이 관리될 수 있는 수준에서 운전될 수 있는지를 평가하게 된다. 이 때 많은 경우 모델링을 활용하게 된다. 모델링을 통한 노출 평가 결과 안전이 확인된 용도와 조건에서 물질이 사용될 수 있도록 안전성평가 보고서를 작성하게 된다. 이런 과

정을 거쳤음에도 불구하고 여전히 위험이 관리되지 못하는 상황이 발생한다면 이런 경우에 해당하는 물질들에 대해서 제한이나 허가와 같은 추가적인 조치가 필요한지를 평가하게 된다. 따라서 두 가지 제도는 노출 평가를 실시한다는 측면에서는 다르지 않지만 노출 평가를 수행하는 목적에서는 완전히 다른 방향을 갖고 있다는 것을 알 수 있다.

국내 작업환경측정 결과가 신뢰할 수 있는 정보이고 작업환경의 상태를 정확히 반영하고 있는 자료라면 측정 결과들을 분석해서 위험이 관리되지 않은 산업과 공정 등에 대한 정보를 얻을 수 있을 것이다. 물론 아직 용도에 대한 정보와 측정 당시 운전 조건이나 RMM에 대한 정보 그리고 사용된 제품에 대한 정보가 연동되어 있지 않기 때문에 구체적인 제한 조건을 이끌어 내기는 어려운 상태이다. 앞서 제안한 바대로 맥락적 정보가 보완될 수 있다면 국내 작업환경측정 자료의 분석으로 제한이 필요한 구체적인 조건을 평가할 수 있을 것이다.

그럼에도 불구하고 작업환경 측정은 제도가 한정하고 있는 작업환경측정 대상 물질에 대한 정보만 평가 가능하다. 그 이외의 물질들에 대한 정보는 별도의 위험성 평가 작업이 없는 한 예상되는 위험을 인지할 수 있는 방안이 없다. 향후, 환경부의 물질 등록 작업이 안정적인 수준에 다다르게 되면 등록시 평가된 조건에서 관리 가능 범위를 넘어서는 위험이 예상되는지를 평가하는 작업이 별도로 이루어져야 할 것이다. 노동 현장의 상황과 작업조건에 대한 이해가 가장 높은 고용노동부가 이런 작업의 주체가 되어야 한다고 판단된다. 그래야만 각 물질이 각각의 용도와 운전조건으로 사용되는 환경에 따라 관리되기 어려운 위험이 있는지를 사전에 인지할 수 있을 것이고 그것에 근거한 사전 예방적인 조치를, 제한 조치를 제안하는 것을 포함하여, 제안할 수 있을 것이다.



[그림 Ⅲ-13] 실측(작업환경측정 등) 자료와 모델링을 통한 노출 추정 결과의 관계.

(2) 용도 파악에 활용 가능한 국내 자료 검토

환경부의 물질 등록 자료를 제외한다면, 국내에는 작업환경실태조사 자료가 물질의 용도파악에 있어 활용 가능한 자료의 한 유형이라고 판단된다. 이 조사에서는 매 5년마다 전국 사업장을 표본 조사하여 유해 작업환경을 파악하고 있다. 예를 들어, 사용량, 사용용도, 공정, 취급근로자의 수, 그리고 취급 시간과 같은 정보들이 파악된다. 따라서 어떤 물질들이 어떤 공정에서 어떤 용도로 사용되고 있는지를 파악할 수 있다. 그러나 작업환경실태조사에서 조사되는 물질은 기타물질을 포함해서 약 774종에 그치고 있다. 아래 표는 작업환경실태조사에서 조사되는 대상 물질을 구분한 것이다. 표에서 알 수 있는 것과 같이 관리대상물질이나 작업환경측정대상물질 혹은 노출기준설정대상물질과 같은 것들이 조사대상에 포함되는 물질이다. 이 리스트에 포함되지 않는 물질들은 자료를 분석할 수가 없다. 따라서 현재 시스템에서는 제한적인 물질에 대해서만 용도 파악이 가능한 상태이다. 조사 대상물질의 범위를 더 넓힐 수 있다면 산업현장에서 사용되는 다양한 물질에 대한 용도 파악이 가능할 것이다.

<표 Ⅲ-37> 작업환경실태조사에서 조사되는 물질의 종류

구분코드	법적 사항	출 처
11***	제조 등이 금지되는 유해물질	산업안전보건법 시행령 제29조 유해화학물질관리법 제2조제5호
12***	허가대상 유해물질	산업안전보건법 시행령 제30조
21***	관리대상 유해물질 - 유기화합물	산업보건기준에 관한 규칙 별표12
22***	관리대상 유해물질 - 금속	
23***	관리대상 유해물질 - 산 및 알칼리	
24***	관리대상 유해물질 - 가스상 물질	
25***	작업환경측정대상 유해인자 - 금속가공유	산업안전보건법 시행규칙 별표11의5
4****	작업환경측정대상 유해인자 - 분진	
51***	(위 물질을 제외한) 노출기준 제정물질	화학물질 및 물리적 인자의 노출기준
52***	(위 물질을 제외한) 위험물질	산업안전보건기준에 관한 규칙 별표1
8****	기타물질 (관리유해물질 포함)	
9****	기타물질 (조사비대상)	

더불어, 조사되는 내용을 활용하여 노출 평가가 가능하도록 보강한다면 이 자료를 기반으로 특정 물질이 사용되는 공정과 용도별 위험성 평가가 가능해질 수도 있다. 그렇게 되기 위해서는 앞서 작업환경측정 자료의 활용에서 언급한 작업환경에 대한 맥락적인 정보가 보강되어야 한다. 즉, 작업환경실태조사의 조사 항목의 변경 혹은 추가(공정 운전 및 운전 환경의 변수들, 그리고 RMM에 대한 정보 등)가 고려될 수 있다면 위험성평가에도 활용될 수 있을 것이다. 또한 조사되는 항목에 관련된 물질안전보건자료를 연계해서 물질 및 제품의 용도 및 노출 상황에 대한 정보를 추출할 수 있는 시스템으로 구축 가능할 것으로 판단된다.

(3) 위험 상황 파악에 활용 가능한 국내 자료 검토

앞선 분석에서 국내에서 집계되고 있는 각종 재해에 관한 통계를 이용해 특정 화학물질로 인한 피해가 집중되고 있는지를 살펴보았다. 산업재해자의 발생

통계를 분석해 보면 50인 미만 사업장에서 발생된 전체 재해자 수는 300인 이상의 사업장에서 발생한 것에 비해 현저히 높지만 직업병 발생자 수는 50인 미만의 사업장에서 발생된 사례가 오히려 더 적다. 50인 미만의 사업장이 300인 이상의 사업장들에 비해 작업환경이 훨씬 안전하게 관리되거나 유해물질 관리가 보다 적극적으로 이루어졌기 때문이라고 해석하기는 어렵다. 현재 집계되는 산업재해의 양상이 현실을 제대로 반영하지 못하고 있을 가능성이 높다. 따라서 50인 미만의 소규모 사업장에서 발생될 수 있는 재해가 보다 정확하게 재해 통계에 반영될 수 있어야 현 상황에 대한 분명한 판단이 가능할 것으로 보인다.

직업병으로 인정된 암의 형태를 분석해 보면 폐암이 단연코 가장 높은 비중을 차지하고 있고 백혈병과 중피종과 같은 암이 그 다음으로 많이 발생하는 직업성암로 집계되고 있다. 다른 부위에 나타나는 암들은 세 가지 유형의 암에 비해 직업병으로 인정된 사례가 현저히 적다. 이렇게 암이 발생하는 부위에 따라 재해 통계에 집계되는 비율에서 현저한 차이가 나타나는 이유는 특정할 수 없다. 다만, 현재의 재해 통계 자료에서는 이 세 가지 유형의 암 이외의 암에 대한 발생 양상을 파악하기 어려운 한계가 있다는 점이 우려된다. 역으로 그러한 유형의 암을 일으킬 수 있는 위험이 있는 유해물질에 대한 예방적 조치와 관련된 정책을 끌어내기 어려운 상황으로 이해할 수도 있다. 결과적으로 세 가지 유형의 암 이외에 다른 유형의 암발생을 초래하는 유해물질에 대한 위험의 인지는 현재 통계자료로는 확인하기 어렵다.

우발적으로 나타날 수 있는 특성의 재해는 소규모 사업장에서 다발하고 있으며 만성적이고 고질적인 특성을 갖는 재해는 사업장의 규모에 상관없이 고르게 발생하고 있었다. 특히, 본 연구에서 대상으로 하고 있는 디클로로메탄의 경우처럼 우발적으로 발생하는 사고 때문에 관련 재해가 다발하는 사례에서는 사

업장 규모에 따라 재해의 발생 빈도가 달라질 수 있을 것으로 추정된다. 따라서 유해물질에 대한 관리 방안과 정책을 개발함에 있어 사업장 규모와 같은 특성들이 고려될 필요가 있다.

폐암의 발병 원인물질로 가장 많은 비중(71.4 %)을 차지하고 있었던 것은 유해분진이었다. 비슷하게 조혈기계 암의 발병원인에서도 복합유기용제가 많은 비중을 차지하고 있었다. 이처럼 재해 통계자료에서 재해의 원인물질로써 유해분진 혹은 복합유기용제로 구분되면 구체적으로 어떤 물질이 발병에 기여했는지 특정되지 않아 예방적 차원의 정책을 개발하는데 도움이 되지 못하는 한계가 있다. 향후에는 구체적으로 어떤 유해성분 때문이었는지 그리고 어떤 공정에서 어떤 용도로 어떤 유형의 제품들이 사용되면서 재해가 발생하게 되었는지를 구체적으로 파악하고 기록할 필요가 있다. 그래야만 비슷한 재해가 발생할 것을 예방하는 데 필요한 정책을 개발함에 있어 해당 자료가 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

유사한 유형의 사고 패턴을 유발하는 물질이 관찰된다면 재발 방지를 위한 안전 지침을 개발하고 보급할 수 있을 것이다. 예를 들어, 조리 작업장에서 세척용도로 많이 사용되는 가성소다의 경우 피부나 눈에 튀어 화상을 입을 수 있는 사고가 자주 보고되고 있고 황산의 경우 다른 용기나 설비에 옮겨 담거나 분주하면서 몸에 튀어 사고가 발생하고 있다. 물론, 좀 더 구체적으로 사고 개요를 들여다보면 장치산업에서 설비나 펌프 등에 사용된 황산이 보수작업이나 공정 운전 관련 작업으로 인해 누출되면서 사고가 발생하는 경우도 있다. 이렇듯, 특정 작업환경에서 유사한 패턴의 사고가 발생하고 있고 이 사고들의 원인물질이 공통적이라면 동일한 재해를 예방하기 위한 안전 지침을 개발할 수 있을 것이다. 향후에는 재해와 관련된 통계 자료를 분석하면서 유사 재해가 재발되지 않도록 정책 개발을 할 수 있는 시스템 개발이 필요하다.

이를 위해서는 산업재해의 보고와 기록이 체계적이고 통일적으로 이루어져야 한다. 아직은 각 부처별로 집계되는 재해(사고나 직업병 등)가 서로 달라 어떤 정보원을 기준으로 하는지에 따라 파악되는 정보가 달라지는 한계가 분명하다. 예를 들어, 아래 표는 정보원에 따른 디클로로메탄 노출 관련 재해의 사례를 정리한 것이다. 디클로로메탄과 관련된 사고 혹은 재해의 경우 산업안전보건공단이나 화학물질안전원에서 확인되는 재해의 건수와 내용이 서로 다르다. 화학물질안전원에서 확인할 수 있는 디클로로메탄과 관련된 직접적인 재해는 (홈페이지에서 메틸렌 클로라이드, 디클로로메탄, 그리고 염화메틸렌 등으로 검색) 총 2건인데 비해 공단의 재해자 통계에서는 13건의 재해가 집계된다. 더불어 구글과 같은 인터넷 검색 엔진에서 검색할 수 있는 사고의 건수와 내용과도 차이가 난다. 향후, 체계화된 보고체계를 통합한 재해 집계 시스템의 구축이 절실한 이유다.

<표 Ⅲ-38> 정보원에 따른 디클로로메탄 노출 관련 재해 정보

연번	기준연도	공단 통계 재해자 리스트	구글 검색(연구진)	화학물질 안전원	비고	재해개요
1	2009		✓		직업병발생경보, No. 2009-02	코팅조(sweller)기기 가동상태를 점검하는 도중 챔버 내로 들어가서 중독/질식되어 사망함
2	2010	✓	✓			상기재해는 2010.10.10(일) 10:00경 “망 A”와 함께 XX산업에 출근하여 다음날 작업준비를 하던 중 탈지기 하부 지하피트에 누출된 세척액(염화메틸렌, MC)을 피재자 B가 공장장 A와 함께 청소하러 갔다가 누출된 세척액의 유해증기에 중독되어 작업자 2명이 모두 질식 사망한 것을 동료근로자가 23:40경 발견하여 병원으로 후송하였으나 사망한 재해
3		✓	✓			피재자 ***는 XX산업의 공장장으로 2010.10.10 23:20경 XX산업 내 환기가 되지 않은 작업장 안에서 기계 때 세척기(기계명:탈지기) 수리작업을 하던 중 세척기에 포함된 독성물질(물질명 : 엠씨)에 의해 질식하여 앞으로 엎어진 채 사망한 것으로 추정됨.
4	2011	✓				공장내부에서 이불의 오염된 부분을 MC약품(희석재)을 사용하여 제거 하던 중 약품이 눈으로 튀어 각막화상을 입게 됨
5	2012	✓	✓			O ‘망 ***님은 2009.12.21.부터 XX소속 생산직 근로자로 근무하였으며, 2012.6.29. 오후 18시부터 야간근무를 하기 위하여 작업에 투입하여 다음날 새벽 02시30분 까지 정상적으로 작업을 하였으며 같이 근무하였던 동료 직원들이 02:30분 근무시간을 마치고 퇴근하였으나, 망인은 혼자 남아서 작업 중 발

연번	기준연도	공단 통계 재해자 리스트	구글 검색(연구진)	화학물질 안전원	비고	재해개요
						생한 파이프 세척기계 내부에 떨어져 있었던 박스 및 파이프를 수거 작업을 하기 위하여 기계 내부로 들어가서 수거 작업을 하다가 기계내부에 있던 염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출로 중독되어 파이프 세척기계 내부에서 사망한 상태로 2012.6.30. 오전08시경에 동료 작업자에 의하여 최초로 발견된 재해임 O망인이 세척기 기계 내부에 앉아 있는 상태로 발견되어 119에 응급구조 요청하였으며, 기계 내부로 들어가서 망인을 기계 밖으로 옮겨 놓은 후 119 응급구조대가 도착하였으나 사망한 상태라 판단하였음
6	2013		✓		오마이뉴스 :http://www.ohmynews.com/NWS_Web/view/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002460007	SK이노베이션 청주공장에서 노동자 2명이 디클로로메탄 가스를 들이마심
7	2013		✓			SK이노베이션 청주공장에서 노동자 2명이 디클로로메탄 가스를 들이마심
8	2014	✓	✓			상기인은 2014년 2월 11일 13시 50분경 XX산업 제2공장 공장동 작업장에서 개방형 탱크내부 청소작업 중 탱크 내에 잔류한 디클로로메탄에 의해 의식을

연번	기준연도	공단 통계 재해자 리스트	구글 검색(연구진)	화학물질 안전원	비고	재해개요
						잃고 쓰러졌으며 화학제품으로 인해 화상을 입으며 수상 당함.
9	2014	✓	✓			상기인은 2014년2월11일 13시 50분경 XX산업 제2공장 공장동 작업장에서 개방형 탱크 내부 청소 작업 중 탱크 내 잔류한 디클로로메탄에 의해 의식을 잃고 쓰러졌으며 화학제품으로 인해 화상을 입어 수상 당함.
10	2014	✓		✓	안전원 사례에 의하면 총 3인 부상 재해로 판단됨	상기환자는 14.05.08일 오후 6시 20분경 XX에서 탱크 내부 청소 작업을 하다 MC 가스 질식사고를 당함.
11	2014		✓		안전보건공단, 화학물질정보, 직업병발생사례	금속제품(도장공정에서 사용하는 지그)에 묻은 페인트를 제거하는 사업장에서 디핑세척조(높이 1.5m) 내부의 슬러지를 제거하는 작업 중 세척조 내부에 누출되어 있던 디클로로메탄에 중독
12	2015	✓				우리회사는 폐드럼통을 세척하여 폐기물중간(재활용)하는 회사입니다. 드럼통은 부틸아클릴레이트, 염화벤조일, 에틸알코올 등이 담겨져 있던 폐드럼통으로 이것을 세척하기 위해 메틸렌클로라이드를 이용하여 세척을 합니다. 사고당일 08:00 작업을 시작하여 17:00시까지 큰 세척통에 메틸렌클로라이드를 담고 폐드럼통을 걸레 및 수세미로 세척을 하였습니다. 그 과정에서 구멍 난 장갑으로 메틸렌클로라이드가 세어 들어 왔고 메틸렌클로라이드에 노출되어 양손 모두 2도 화상을 입었습니다. 2월25일 새벽2시경 통증이 심해 오전10시

연번	기준연도	공단 통계 재해자 리스트	구글 검색(연구진)	화학물질 안전원	비고	재해개요
						경에 병원에 갔습니다.
13	2017	✓				2013년 9월 초부터 HPLC를 이용한 분석실험을 진행해 왔고, 2014년 1월~3월경 한약재의 분리 및 분석 실험을 하기 위해 집중적으로 XX신약 개발구룹 분석실에서 디클로로메탄, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올 및 메탄올을 이용하여 분획실험을 진행하였고, 지속적으로 TLC open column 및 HPLC 분리 실험을 하기 위해 메탄올 및 아세토나이트릴, 클로로포름 등의 용매를 사용하였습니다. 실험 도중 용매를 쏟아서 손이나 팔에 접촉하였고 특히 클로로포름 사용시 피부 따가움과 가슴 두근거림 등의 증상을 경험했습니다. 또한 동물 조직 고정을 위해 포르말린을 사용하던 중 가슴 두근거림 및 눈따가움 등의 증상을 느꼈고, 콕이 열린 채로 보관이 되어 있어 사용하려다 오른쪽 팔에 쏟아서 급히 씻어 냈습니다. 그러던 중 2014년 2월 말에서 3월 초에 팔과 팔 안쪽에 지름 3cm, 2cm 정도의 붉은 반점을 발견하게 되었고 비늘이 덮인 것과 같이 피부가 번들 번들거림을 발견하였습니다. 이에 산재 신청합니다. (재해원인 및 발생상황 추가자료 첨부참고)
14	2017		✓		안전보건공단, 재해사례, 직업병	약 40년 간 기계 보수 업무를 수행하면서 업무량의 20~30%에 달하는 세척 작업, 세척제에 포함된 디클로로메탄에 상당량 노출되었을 것으로 추정, 담도암 진단 받음
15	2018		✓		안전보건공단,	광학필름 제조공정에서 필터 세정작업 중 용제저장탱크 상부의 벤트 배관의

연번	기준연도	공단 통계 재해자 리스트	구글 검색(연구진)	화학물질 안전원	비고	재해개요
					화학사고 사례연구	플랜지 부위로 RMA 용제(염화메틸렌 함유)가 누출되어 중독
16	2018	✓				업소용 냉장고 만드는데 화학약품 씀(내부에 사용) 염화메틸렌,M-200,TUP사용
17	2018	✓				2018년 08월 24일 오전 10시 30분경, 회사 신약개발지원센터 내 7층 실험실 후드장치 앞에서, 의약품 후보물질 합성을 하기 위해, 가열 환류반응 유기합성 실험 도중 용기 내부 압력이 높아짐을 인지하고 고무마개를 개봉하는 순간 유기용매가 얼굴로 분출됨. (취급물질: 디클로로메탄(CH2Cl2, N-chlorosucinimide) 왼쪽 눈 주변과 왼쪽 눈, 목 부위에 시약이 튀어 심재성 2도 화확화상 진단을 받고, 2주간 입원, 수술 치료를 받음
18	2019	✓				2018.11.02 양안 작업 중 염화메틸렌 튄 뒤로 충혈 눈물 따끔거림을 주소로 천안 김안과 천안역 본원 18.11.5 초진 방문한 결과 당시 양안 각막상피 짓무를 상태 확인되었고 약처방 받고 금일 경과 좌안 각막중심부 상피 결손 및 윤부 손상 확인된 사건입니다
19	2020	✓	✓	✓		2019년 2월 2일(월) 10:00경 XX공장 내 2차 전지 분리막 제조공정에서 세척용으로 사용되는 디클로로메탄을 외부저장탱크로 이송하는 작업 중 스트레이너 청소 및 에어빼기 작업을 하다 재해자 ***가 누출된 디클로로메탄에 중독되어 쓰러졌으며, 이를 구조하러 들어간 동료근로자도 중독되어 쓰러져 병원으로 후송하였으며 재해자 ***는 2019.12.17. 13:03분경 사망함.

4) 용도 및 노출평가 자료 활용을 위한 국내 자료의 활용가능성

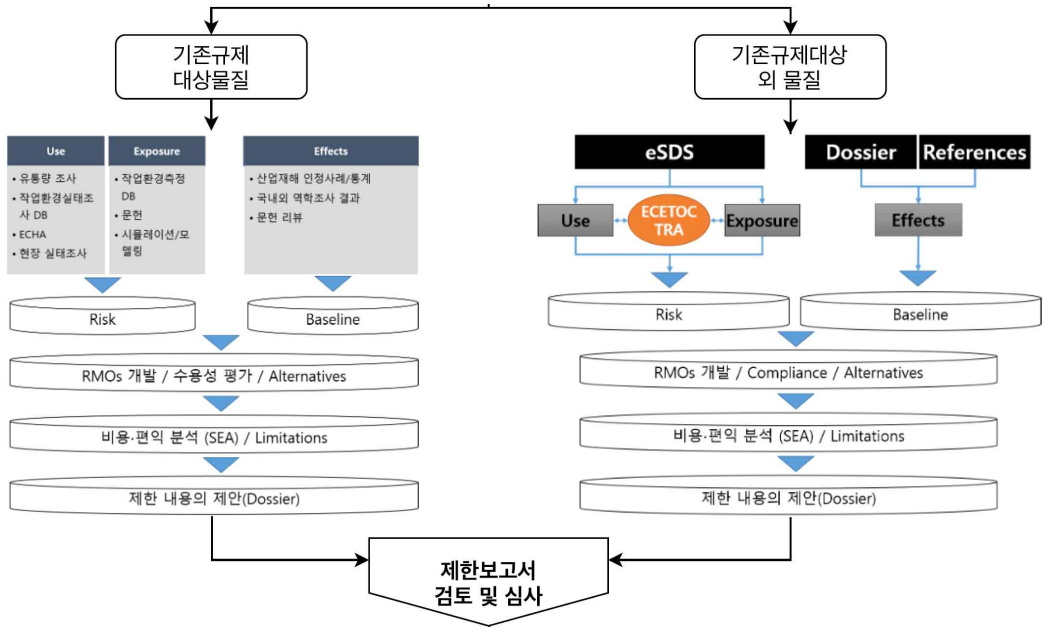
제한이 필요할 것으로 판단되는 물질의 리스트를 선별하는 기준을 설정하여 향후 검토 대상이 될 수 있는 물질의 리스트를 마련하였다. 즉, 국내외의 국가 및 기관에서 제시하고 있는 주요 유해물질 리스트를 취합한 후 국내 유통 상황을 고려하여 다량으로 사용되고 있는 물질들을 구분하였다. 이 후 건강영향의 심각성과 산업용 용도로서의 제한이 설정되어 있는 물질을 우선 고려 대상으로 분류하였다.

그러나 산업용 용도에서의 국내 제한 필요성을 평가하기 위해서는 해당 물질이 어떤 산업에서 어떤 용도로 사용되고 있는지, 각 산업의 공정 및 용도에서 어떤 노출 수준을 보이고 있는지, 현재 상황에서 위험이 있다고 판단할 수 있는지, 혹은 해당 물질이 사용되어 온 환경에서 직업병이 발생하거나 사고성 재해가 발생했는지 등의 자료 분석이 동반되어야 한다. 그래야만 국내 환경에서 그 물질에 대한 제한이 필요한 것인지를 분명하게 판단할 수 있다. 그러나 현시점의 상황에서는 관련 내용을 평가하는데 활용할 수 있는 국내 자료가 부족하다는 것이 연구의 최종 판단이다.

용도를 파악할 수 있는 작업환경실태조사는 5년마다 진행되는 관계로 산업환경의 변화속도를 따라 잡을 수 없고 조사 대상물질이 774가지 물질에 한정되어 있어 그 외 물질에 대한 정보를 얻을 수 없다. 작업환경측정 결과 역시 대상 물질이 더욱 제한적인데다가 측정 결과에 대한 신뢰도 문제는 오랫동안 해결되지 못하고 있다. 직업병 인정과 관련된 통계는 소규모 사업장의 상황이 제대로 반영되지 못하고 있다고 판단되고 암의 경우는 특정 암(폐암, 조혈기계암, 중피종) 이외에는 원인 파악 등이 어려운 상태였다. 더구나 다발하는 암의 원인 물질 역시 특정되어 있지 않은 경우가 대부분이어서 어떤 물질을 대상으로 예방적 정책을 마련해야 하는지에 대한 정보를 이끌어내기 어려운 현실이다.

이처럼 제한이 필요한지를 검토해볼만한 물질이라고 하더라도 기존규제의 대상이 되는지 여부에 따라 제한을 제안할 수 있는 평가 작업의 가능성이 달라질 수밖에 없는 현실이다. 앞서 언급한 것과 같이, 기존규제 대상 물질의 경우 작업환경측정자료와 작업환경실태조사 자료 그리고 직업병 인정 사례 등을 활용해서 제한적이나마 제한의 필요성에 대한 평가 작업을 진행할 수 있을 것이다. 즉, 국내 활용 가능한 자료들이 제한 검토에 유효한 정도의 수준이라면 아래 그림의 왼쪽에 예시된 '기존규제대상물질'에서의 절차대로 제안보고서 작성이 준비될 수 있을 것이다.

반면, 기존규제의 대상이 되지 않았던 물질의 경우는 활용 가능한 자료가 없기 때문에 환경부의 등록 자료를 활용할 수밖에 없다. 즉, 아래 그림의 오른쪽에 예시된 '기존규제대상 외 물질'에서의 절차대로 물질 등록 절차에서 파악된 용도와 노출 평가의 내용을 기반으로 제한의 필요성에 대한 판단을 하게 될 것이다. 이 과정을 고용노동부가 주체적으로 책임져야 한다고 판단된다. 앞서 제기한 것과 같이 노동자의 건강과 안전을 지키고 관리해야 하는 책임을 갖고 있으면서 노동 현장의 상황을 가장 잘 알고 있는 소관부처이기 때문이다.



[그림 Ⅲ-14] 제한 검토 대상 물질에 따른 용도, 노출, 건강피해 등의 확인 절차 및 제안보고서 작성과정.

3. 제한이 필요한 물질의 검토보고서

1) 제한 검토 대상 물질의 선정

노동환경건강연구소에서는 2019년 연구를 통해 OECD에서 정리한 63개의 Regulation and Restriction 자료 중에서 산업용 제한과 관련된 15개 리스트를 검토한 후 국내 유통량과 유해성을 기준으로 우선적으로 제한을 검토해야 할 물질 11종과 차우선 검토물질 12종을 제안하였다. 우선순위가 가장 높아서 제한이 필요하다는 제안 보고서를 작성한 벤젠을 제외하고 제한이 필요하다고 제안된 물질들 중에서 우선순위가 높은 물질로 Creosote, Chlorinated hydrocarbons (Dichloromethane), Pyrrolidones (1-methyl-2-pyrrolidone, NMP) 등이 있다. Creosote의 경우 나무를 처리하기 위한 용도로 만들어진 물질 혹은 혼합물을 판매하거나 사용해서는 안 된다는 제한 조건을 갖고 있다. 그리고 노동자를 보호하기 위해 제정된 지역 법률의 적용을 받는 전문가에 의해 나무를 처리하게 될 때 특정 조건을 만족할 경우 사용 가능하다는 단서 조항을 갖고 있다. 우리나라에서는 기존 제도에서 이미 시행하고 있는 제한 내용이 이와 일부 겹치고 있다고 판단된다. 목재의 방부·방충처리 기준([시행 2011. 12. 23.] [국립산림과학원고시 제2011-4호, 2011. 12. 23., 폐지제정])에 의하면 크레오소트로 처리된 목재는 사람과 직접 접촉이 되지 않는 철도침목, 항만공사 등 산업재로만 사용해야 한다고 규정되어 있다. 따라서 실제 접촉을 통한 노출 위험은 한정적인데다가 이미 특정 용도에만 허가되어 있다고 판단되기 때문에 제한 규제를 추가할 필요가 없다고 판단되다.

그렇다면 디클로로메탄과 NMP 등의 물질이 우선적으로 제한에 대해 검토

되어야 할 물질들이다. 디클로로메탄의 경우 REACH의 제한 규정에 따라 페인트 제거제에 0.1 % 이상 함유되어서는 안된다. 또한 0.1 % 이상으로 함유되어 있더라도 다음의 조건이 만족된다면 산업설비(페인트 제거를 위한 설비)에 사용할 수 있다. 즉,

- 효과적이고 충분한 환기를 제공함으로써 디클로로메탄에 대한 노출을 최소화하고 노출 기준을 준수할 수 있을 경우에 사용하도록 한다.
- 각종 탱크 등에서 증발을 막을 수 있는 조치를 수행한다.
- 안전한 취급과 적절한 청소 조치를 취하는 경우에 사용한다.
- 노출기준 준수가 어려운 경우에는 지침에 맞는 개인보호구를 지급하고 착용한 상태에서 사용하도록 한다.
- 적절한 정보, 훈련, 지도 등을 제공해야 한다. 이는 국내에서 발생한 디클로로메탄과 관련된 산업재해 상황에서 매우 시의적절한 제한 내용이라고 판단된다.

아래 표는 지난 약 10년간 국내에서 발생한 디클로로메탄과 관련된 산업재해를 정리한 것이다. 구글을 통해 “디클로로메탄 사고” 혹은 “디클로로메탄 중독” 등의 검색어를 중심으로 취합된 산업재해 기록이며 뉴스 혹은 산업안전보건공단의 자료를 통해 실제 재해 내용을 확인하였다. 표에서 알 수 있듯이, 디클로로메탄과 관련된 중독 혹은 사망사고는 대부분 세척제의 용도로 사용되는 작업환경에서 발생하고 있다는 것을 알 수 있으며 유럽에서 제한하고 있는 것처럼 페인트 제거제의 용도로 사용되다가 사고가 발생한 경우도 포함되어 있다. 이 외에도 사고와 관련된 재해가 빈번히 발견되고 있는데 예를 들어 세척의 용도로 디클로로메탄이 들어 있는 탱크나 설비를 청소하거나 정비하면서 누출된 디클로로메탄에 중독되는 사례들이 많다. 이는 유럽에서 제한하고 있는 전제조건들을 제대로 준수했다면 상당부분 예방할 수 있는 사례들도 판단된다.

<표 Ⅲ-39> 국내 디클로로메탄 관련 산업재해 현황

발생일	재해유형	사망자	사고자	총재해자수	작업내용	용도	Source	개요
2009	사고	1		1	점검		직업병발생경보, No. 2009-02	코팅조(sweller)기기 가동상태를 점검하는 도중 챔버 내로 들어가서 중독/질식되어 사망함
2010	사고	2		2	청소	세척	직업병발생경보, No. 2010-02	세척조에서 누출된 MC를 청소하러 갔다가 중독/질식되어 사망함
2012	사고	1		1	세척	세척	충북인 뉴스	자동차 부품공장에서 OPC드럼소재의 세척작업 후 사망한 채로 발견됨
2013	사고		2	2			오마이뉴스	SK이노베이션 청주공장에서 노동자 2명이 디클로로메탄 가스를 들이마심
2014	사고	2	2	4	탱크내 세척	세척	안전보건공단, 화학물질정보, 직업병발생사례	탱크를 물로 1차 세척한 후 고압분사기를 이용 200 l 의 MC(세척제)를 스프레이로 분사하여 2차 세척하는 작업 중 중독
2014	사고		2	2	페인트 제거	세척	안전보건공단, 화학물질정보, 직업병발생사례	금속제품(도장공정에서 사용하는 지그)에 묻은 페인트를 제거하는 사업장에서 디핑세척조(높이 1.5m) 내부의 슬러지를 제거하는 작업 중 세척조 내부에 누출되어 있던 디클로로메탄에 중독
2017	직업병		1	1	세척	세척	안전보건공단, 재해사례, 직업병	약 40년 간 기계 보수 업무를 수행하면서 업무량의 20~30%에 달하는 세척 작업, 세척제에 포함된 디클로로메탄에 상당량 노출되었을 것으로 추정, 담도암 진단 받음
2018	사고		5	5	누출	세정	안전보건공단, 화학사고 사례연구	광학필름 제조공정에서 필터 세정작업 중 용제저장탱크 상부의 벤트 배관의 플랜지 부위로 RMA 용제(염화메틸렌 함유)가 누출되어 중독
2019	사고	1	1	2	누출		연합뉴스	세척용으로 사용되는 디클로로메탄의 이송관에서 스트레이너 청소하다가 누출된 MC에 노출되어 중독
합계	-	7	13	20	-	-	-	-

미국 EPA에서도 2017년에 디클로로메탄을 소비자용 혹은 상업용 페인트 제거제에 사용하지 않도록 할 것을 제안했다.[26] 그리고 2년 후인 2019년에는 페인트와 코팅을 벗겨내는 용도의 소비자제품에 디클로로메탄을 사용해 제조(수입을 포함해서)하고 유통(전자 상거래를 통한 유통을 포함)시키는 것을 전면금지해서 2019년 11월 22일부터 이 법안이 발효되도록 했다.[27]

이런 조치를 내리게 된 배경에는 해당 용도로 디클로로메탄이 함유된 제품을 사용하면서 수차례의 사망사고가 발생했기 때문이다. 예를 들어, Safer Chemicals, Healthy Family의 보고에 의하면, 1980년 이래로 미국에서만 약 64명이 디클로로메탄 노출로 사망했다고 한다.[28] 이 사망자 수 역시 과소평가되었다고 판단되는 것이 관련 사망자가 제대로 보고되지 않았을 가능성과 사망원인이 디클로로메탄이 아닌 다른 것으로 잘못 판단되었을 가능성이 있어서 재해자 통계에 반영되지 못했을 것이기 때문이다. 또한 사망이 아니더라도 다른 건강피해, 예를 들면, 암의 발생, 신경계 영향, 그리고 간이나 신장에 미치는 건강영향까지 포함한다면 그 피해는 더욱 클 것으로 전망된다고 한다.

이 외에도 노동자들에게 나타난 피해 역시 보고되고 있는데, Dr. Ken Rosenman(chief of the Division of Occupational Medicine at Michigan State University)에 의하면 2010년부터 그들이 보고한 2011년까지 미국 내에서 디클로로메탄이 함유된 페인트 제거제를 사용하면서 최소 13명의 노동자들이 사망한 사례가 있었다.[29]

---

26) Environmental Protection Agency EPA Announces Action on Methylene Chloride. https://archive.epa.gov/epa/newsreleases/epa-announces-action-methylene-chloride.html (accessed March 4).

27) Environmental Protection Agency EPA Bans All Retail Distribution of Methylene Chloride to Consumers for Paint and Coating Removal. https://www.epa.gov/newsreleases/epa-bans-all-retail-distribution-methylene-chloride-consumers-paint-and-coating-removal (accessed March 4).

28) Safer Chemicals Healthy Families U.S. deaths from methylene chloride. https://saferchemicals.org/us-deaths-from-methylene-chloride/ (accessed March 5).

29) Michigan State University MSU INVESTIGATION LINKS DEATHS TO PAINT-STRIPPING

물론 페인트 제거제로써 이를 대체할만한 효과적이면서도 덜 유해한 다양한 제품들이 이미 존재한다는 것도 이 법의 적용을 가능하게 한 측면이 있다. 예를 들어, Greg은 페인트 제거제로 사용되는 유해한 물질을 대신할 수 있는 물질들로 만든 제거제의 성능을 기존의 제품들 성능과 비교하였다.[30] 결과적으로 기존에 사용되어 왔던 디클로로메탄이 함유된 제거제와 성능은 유사하였을 뿐만 아니라 그것의 대체 물질로 사용되는, 그러나 유해성이 높은, NMP, benzyl alcohol, 그리고 dibasic esters 등이 함유된 제품들에 비해서는 그 성능이 월등하다는 것을 보여주었다.

여기서 제기되는 문제점은 두 가지이다. 하나는 소비자 제품에 대한 판매제한에 그치고 있어 노동자에 대한 피해가 보고되고 있음에도 불구하고 그들을 보호하는 조치에까지 이어지지 못하고 있다는 점과 디클로로메탄의 대체재로써 생식독성을 갖고 있는 NMP가 사용될 수 있는 가능성까지 함께 관리하지 못하고 있다는 점이다. 따라서 물질에 대한 제한에는 대체재에 대한 검토도 함께 이루어져야 한다는 점이 신중하게 고려되어야 한다. 즉, 제한조치를 설정하고 시행하더라도 이전 물질과 유사한 독성을 갖는 물질이 대체되어 들어오지 않도록 하는 고려도 함께 고민되어야 할 것이다.

디클로로메탄의 국내 산업재해 상황과 유럽 및 미국에서의 제한 내용을 고려했을 때 국내에서도 제한을 검토해야할 필요성이 큰 물질로 판단되었다. 더구나 NMP와 같은 대체재에 대한 고민도 함께 이어질 수 있을 것이다.

2) 제한 고려 대상 물질 검토보고서 마련

C H E M I C A L . https://msutoday.msu.edu/news/2012/msu-investigation-links-deaths-to-paint-stripping-chemical/ (accessed March 5).

30) Greg Morose, Safer and Effective Alternatives to Methylene Chloride For Paint Stripping Products. In *EPA's Public Workshop on Use of Methylene Chloride in Furniture Refinishing*, EPA Region 1 Headquarters in Boston, Massachusetts, 2017.

(1) 디클로로메탄의 확인 및 물리적 화학적 특성

디클로로메탄(CAS No. 75-09-2)은 CH2Cl2의 분자식과 89.93의 분자량을 갖는 물질로서 메틸렌클로라이드로도 불린다. 디클로로메탄은 휘발성이 강하고 다양한 유기화합물을 녹일 수 있어서 여러 화학 공정에서 용매로 쓰인다. 주로 세척 및 세척제품, 접착제 및 실런트에 사용되며, 식물 보호 제품, 살생물제(예: 소독제, 해충 방제 제품), 코팅 제품, 화장품 및 개인위생제품 등에도 사용된다.

<표 Ⅲ-40> 디클로로메탄 기본 정보

IUPAC name	디클로로메탄 (Dichloromethane)	
CAS No.	75-09-2	
EC No.	200-838-9	
Molecular weight	84.93	
Molecular formula	CH_2Cl_2	
SMILES[1]	ClCCl	
InChI[2]	InChI=1S/CH2Cl2/c2-1-3/h1H2	

[1]SMILES: Simplified Molecular Input Line Entry Specification
[2]InChI: IUPAC International Chemical Identifier

디클로로메탄은 무색을 띠는 액체로 에테르와 비슷한 자극적 냄새를 가지고 있지만, 냄새역치는 205-307 ppm으로 높은 편이어서 경고성이 낮은 물질이다. 디클로로메탄은 공기와 접촉하였을 때, 비인화성, 비폭발성을 갖는다. 대부분의 사용 조건 하에서 상온, 공기에서 불연성이지만, 공기와 증기 혼합물은 점화시 폭발할 수 있고, 열에 대한 주의가 필요하다. 디클로로메탄의 물리·화학적 특성은 다음 표와 같다.

<표 Ⅲ-41> 디클로로메탄의 물리·화학적 특성

특징	값
성상	액체 @ 20 ℃, 101.3 kPa
색상	무색
냄새	에테르와 비슷한 냄새
냄새역치	205-307 ppm
녹는점	-95 ℃ @ 101.3 kPa
끓는점	40 ℃ @ 101.3 kPa
인화점	대부분의 사용 조건 하에서 상온, 공기 중에서 불연성 (인화점은 측정할 수 없지만 가연성 증기/공기 혼합물을 대량으로 형성하며, 제한된 공간에서 폭발 위험이 있음. 충분히 높은 수준의 점화 에너지를 받을 때 주변 공기에서 12-19 % 범위의 가연성임. 미량의 다른 용매가 존재하거나 고온 또는 고압 조건에 노출되면 가연성 있음.)
자연발화점	605 ℃ @ 101.3 kPa
증기압	58.4 kPa @ 25 ℃
밀도	1.33 g/cm^3 @ 20 ℃
옥탄올/물 분배계수(Log Kow)	1.25 @ 20 ℃
폭발한계	13-23 %
점도	0.42 mPa.s

EU CLP에 따라 디클로로메탄은 암을 일으킬 것으로 의심되는 물질(Carc. 2; H351)로 분류되므로, 제품에 발암성의 위험을 경고하는 표시를 붙여야 한다.

<표 Ⅲ-42> EU CLP에 따른 디클로로메탄의 분류 및 표시

분류 구분	표시		
그림문자 (Pictogram)	GHS08	Serious Health Hazard	
유해·위험문구 (Hazard statement code)	H351	암을 일으킬 것으로 의심됨(Carc. 2)	

(2) 디클로로메탄의 용도 분포

가) 디클로로메탄의 전체 용도 분포

2019년 작업환경실태조사 자료를 기반으로 디클로로메탄을 사용한다고 조사된 사업장 수는 1,987개이다. 디클로로메탄의 사용 용도를 기반으로 사업장 수를 구분하면 아래 표와 같다.

사용량의 경우, 2019년 전국 사업장 작업환경실태조사를 위한 지침서에 따르면 조사표를 작성할 때 연간취급량 및 생산량을 표기할 때 단위 환산을 하지 말고 무게 또는 부피 단위(톤, 리터, ㎥)에 '○' 표를 하도록 하고 있다. 디클로로메탄이 어떤 상황에서 사용되고 있는지를 특정할 수 없고 부피 단위를 사용해서 사용량을 기입한 이유 역시 특정할 수 없으므로 디클로로메탄의 비중 등을 무시하고 리터와 kg을 동일한 양으로 환산하였다. 따라서 톤은 1,000 kg으로 환산하였고 ㎥ 역시 1,000 kg으로 환산하였다.

용도로써 가장 많이 사용되는 것은 세정제로써 전체 1,987개 업체 중에서 468개(23.6 %) 업체에서 해당 용도로 디클로로메탄을 사용하고 있었다. 연간취

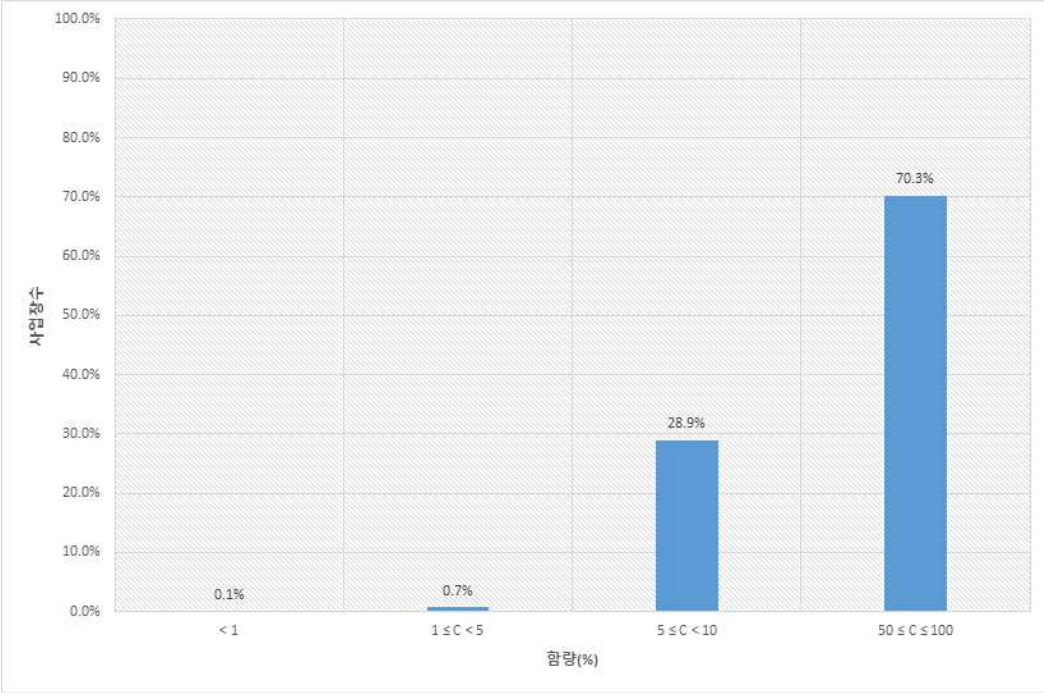
급량으로써 가장 많이 취급되고 있는 용도는 용매제였고 그 다음으로 원자재가 뒤를 잇고 있었다. 세정제 역시 취급량으로는 세 번째로 많이 사용되고 있었다.

<표 Ⅲ-43> 작업환경실태조사에 따른 디클로로메탄의 사용용도 및 취급량(안전보건공단, 2019)

사용용도	업체수		연간취급량(kg)	
세정제	468	23.6%	645,156,816	15.6%
위 분류에 해당명칭이 없는 경우 해당 명칭을 직접 기재	218	11.0%	196,225,498	4.7%
원자재	110	5.5%	739,937,083	17.8%
건조 및 분리제(drying & separating agent)	54	2.7%	20,121,052	0.5%
표면 처리제	51	2.6%	11,914,689	0.3%
용매제(Solvents)	46	2.3%	1,015,240,062	24.5%
코팅제	38	1.9%	40,070,177	1.0%
탈지제	34	1.7%	95,006,472	2.3%
희석제(thinner)	15	0.8%	13,212,794	0.3%
금속방청	11	0.6%	202,970	0.0%
용접제(Welding and soldering agents)	11	0.6%	8,893,688	0.2%
연화제/경화촉진제(Softners)	10	0.5%	754,916	0.0%
발포제/기포제(Foaming agents)	8	0.4%	2,308,227	0.1%
의약품/의약품중간체(Pharmaceuticals)	6	0.3%	243,163	0.0%
부식억제제(Corrosion inhibitors)	6	0.3%	130,260	0.0%
연료(Fuel)	5	0.3%	1,321,790	0.0%
합성수지(synthetic resin)	4	0.2%	144,600	0.0%
도포제	3	0.2%	6,522,250	0.2%
촉매등 공정조절제(Process regulators)	3	0.2%	14,907,000	0.4%
여과제(Filters)	3	0.2%	18,000,070	0.4%
냉매	2	0.1%	240,000	0.0%
계면활성제(Surface-active agents)	2	0.1%	510,000	0.0%
pH 조절제 (pH-regulating agents)	1	0.1%	96,000	0.0%

사용용도	업체수		연간취급량(kg)	
주물용 flux(Flux agents for casting)	1	0.1%	150,000	0.0%
중합개시제(Radical polymerization initiator)	1	0.1%	864,000	0.0%
고정제(Fixing agents)	1	0.1%	36,000	0.0%
단열재(Insulating materials)	1	0.1%	9	0.0%
합성출발물질 및 중간체(Intermediates)	1	0.1%	864,000	0.0%
화장품(Cosmetics)	1	0.1%	1,200	0.0%
촉매(catalyser)	1	0.1%	48,000	0.0%
연료첨가제(Fuel additives)	1	0.1%	10	0.0%
비료(Fertilisers)	1	0.1%	6,000	0.0%
가소제(plasticizer)	1	0.1%	45,576	0.0%
전기도금제(Electroplating agents)	1	0.1%	840	0.0%
복합제(Complexing agents)	1	0.1%	1,200	0.0%
염료안료(Colouring agents)	1	0.1%	4,000	0.0%
(비어 있음)	865	43.5%	1,314,082,911	31.7%
총합계	1,987	100.0%	4,147,263,321	100.0%

각 현장에서 사용하는 제품 내 디클로로메탄의 함류량 분포는 아래 그림과 같았다. 대부분의 제품들에서 디클로로메탄의 함량이 매우 높아서 50 % 이상 함유된 제품들이 전체 제품에서 70 %를 차지하고 있었다.



[그림 Ⅲ－15] 디클로로메탄의 제품 내 함유량 분포.

나) 디클로로메탄의 세정/세척용 용도 분포

디클로로메탄을 취급하면서 기존에 발생했던 사고들은 주로 세정, 세척, 청소 등의 작업을 하면서 발생된 것들이다. 작업환경실태조사 항목에는 사용공정과 사용용도 등이 포함되어 있다. 사용공정에 '세척제거' 공정이 있어 아래와 같이 해당 항목을 중심으로 어떤 용도로 디클로로메탄이 함유된 제품을 사용하고 있는지를 검토해 보았다. 분류 결과 세정제가 가장 많이 사용되고 있었으며 탈지제가 그 뒤를 잇고 있었다. 용도 파악이 제대로 이루어지지 않은 사업장이 전체 조사 대상 사업장 중에서 53 % 정도를 차지하고 있었으며 용도가 파악이 된 사업장에서는 세정제와 탈지제의 용도로 디클로로메탄을 가장 많이 사용하고 있었으며 사용되는 양은 47.5 %를 차지할 정도로 많았다.

<표 Ⅲ-44> 디클로로메탄이 함유된 제품을 세척/제거 공정에서 사용할 때의 용도 분포(안전보건공단, 2019)

용도	사업장수		연간취급량(kg)	
(비어 있음)	420	53.4%	**390,363,559**	50.1%
세정제	330	42.0%	**279,858,523**	35.9%
탈지제	25	3.2%	**90,167,796**	11.6%
여과제(Filters)	1	0.1%	**16,800,000**	2.2%
원자재	3	0.4%	**1,440,400**	0.2%
계면활성제(Surface-active agents)	2	0.3%	**510,000**	0.1%
pH 조절제 (pH-regulating agents)	1	0.1%	**96,000**	0.0%
코팅제	1	0.1%	**38,150**	0.0%
표면 처리제	2	0.3%	**10,000**	0.0%
연료(Fuel)	1	0.1%	**600**	0.0%
총합계	786	100.0%	**779,285,027**	100.0%

세정제를 사용하는 업종과 공정은 아래 표와 같이 분석되었다. 세척제거와 성형가공에서 디클로로메탄을 세정제 용도로 가장 많이 사용하고 있었다. 산업의 구분에서는 자동차 및 자동차 차체용 신품 부품 제조업에서 가장 많이 사용하고 있었고 플라스틱 제품 제조업에서도 디클로로메탄을 많이 사용하고 있었다. 그 외, 전자부품 제조업과 도금 및 도장과 피막 처리업 등에서도 디클로로메탄을 세정 용도로 많이 사용하고 있었다.

<표 Ⅲ-45> 디클로로메탄이 함유된 제품을 세정제 용도로 사용하는 업종과 공정의 분포(안전보건공단, 2019)

표준산업분류	세정제 용도 사용 공정																		총합계
	검사	기타표면처리	도금	도장 도포	반응	섬유 공업	성형 가공	세척 제거	실험/ 연구	열처리	용접	운반	인쇄업	접착	정제	조립	혼합	비어 있음	
그 외 기타 플라스틱 제품 제조업		1					9	17											27
자동차 차체용 신품 부품 제조업	1						2	22								1			26
(비어 있음)			1				4	16					1	2		1			25
그 외 자동차용 신품 부품 제조업	1						5	14											20
그 외 기타 일반 목적용 기계 제조업								17								1			18
그 외 기타 전자 부품 제조업							1	16											17
주형 및 금형 제조업							1	10								4			15
합성수지 및 기타 플라스틱 물질 제조업					1		3	9						1					14
도금업								13											13

표준산업분류	세정제 용도 사용 공정																		총합계
	검사	기타표면처리	도금	도장 도포	반응	섬유 공업	성형 가공	세척 제거	실험/ 연구	열처리	용접	운반	인쇄업	접착	정제	조립	혼합	비어 있음	
도장 및 기타 피막 처리업				2				10											12
그 외 기타 분류 안된 금속 가공제품 제조업				1				11											12
기타 기계 · 장비 조립용 플라스틱제품 제조업							5	6											11
기타 플라스틱 발포 성형제품 제조업							3	5									1		9
그 외 기타 금속 가공업							1	6											7
플라스틱 선, 봉, 관 및 호스 제조업							2	5											7
금속 열처리업				1				4		1									6
전기회로 개폐, 보호 장치 제조업				1				3						1					5
육상 금속 골조 구조재 제조업				1				4											5
그 외 기타 의료용 기기 제조업				1				4											5

표준산업분류	세정제 용도 사용 공정																		총합계
	검사	기타표면처리	도금	도장 도포	반응	섬유 공업	성형 가공	세척 제거	실험/ 연구	열처리	용접	운반	인쇄업	접착	정제	조립	혼합	비어 있음	
그 외 기타 고무제품 제조업							1	3						1					5
기타 건축용 플라스틱 조립제품 제조업								5											5
...																			
안경 및 안경렌즈 제조업																			
총합계	6	2	1	9	4	2	50	330	2	1	1	1	1	7	1	11	2		431

탈지제의 경우 아래 표와 같이 정리된 업종과 공정에서 디클로로메탄이 함유된 제품을 사용하고 있었다. 탈지제의 용도로 사용하는 공정의 대부분이 세척/제거 공정으로써 세정제와 비슷한 용도로 활용되고 있다는 것을 알 수 있다. 이 외에 도장/도포, 표면처리, 도금, 포장, 성형, 그리고 기타 특정되지 않은 용도로 사용되고 있다고 분류되고 있었으나 대부분 해당 공정에서 표면의 이물질을 제거하기 위한 용도로 사용되고 있다고 추정된다. 따라서 탈지제의 경우 역시 세정제와 비슷한 용도로 사용되었을 것이라고 가정하는 것이 타당하다고 판단하였다.

<표 Ⅲ-46> 디클로로메탄이 함유된 제품을 탈지제 용도로 사용하는 업종과 공정의 분포(안전보건공단, 2019)

업종	세척 제거	도장 도포	기타표 면처리	도금	포장	기타 공정	성형 가공	비어 있음	총합계
각종기계또는동부속품제조업	3			1					4
계측기또는시험기제조업	1								1
금속가공기계제조업								1	1
금형제조업	1				1				2
기타각종제조업	2								2
기타금속제품제조업또는금속가공업	1		1						2
기타전기기계기구제조업		1					1		2
도료제품또는유지가공제품제조업	1								1
동력용전기기계기구제조업	1								1
열처리사업	4					1			5
용융도금업	1								1
일반산업용기계장치제조업	1	1							2

업종	세척 제거	도장 도포	기타표 면처리	도금	포장	기타 공정	성형 가공	비어 있음	총합계
자동차부분품제조업	2								2
전기도금업	1								1
코팅사업	5								5
플라스틱가공제품제조업	1								1
총합계	25	2	1	1	1	1	1	1	33

계면활성제의 경우 오염물질을 씻어 내는 것에 함유되는 것이 일반적이다. 계면활성제의 용도로 디클로로메탄을 사용하는 사업장은 주형 및 금형제조업과 주방용 전기 기기를 제조하는 업체로써 모두 세척제거 공정에서 해당 제품들을 사용하고 있었다.

이 외에도 여과제나 원자재 혹은 pH 조절제 등으로써 디클로로메탄이 함유된 제품들이 사용되고 있었다. 그러나 이들 용도가 세정/세척 공정에서 세정 혹은 세척의 용도에 맞게 사용된 것인지는 불명확하다. 분류된 용도 자체가 세정 및 세척과는 다르기 때문이다. 따라서 공정명으로 분류하는 것보다는 용도를 이용해서 분류하는 것이 좀 더 타당할 것으로 판단하였다.

결과적으로 작업환경실태조사를 통해 구체적으로 분류된 35개 용도 중에서 사고와 관련이 높았을 것으로 추정되는 세 가지 용도, 즉, 세정제, 계면활성제, 그리고 탈지제의 용도로 디클로로메탄 혹은 디클로로메탄이 함유된 제품을 사용한 업체들을 별도로 분류할 수 있었다. 이들을 디클로로메탄에 대한 제한 설정 내용에 있어 의견을 청취할 설문조사 대상자에 포함시켰다.

다) 세척 및 세정 관련 용도로 사용하는 산업의 분포

디클로로메탄이 함유된 제품을 세정/세척의 용도(구체적으로는 세정제, 탈지

제, 그리고 계면활성제)로 사용하고 있는 산업의 분포는 아래 표와 같았다. 세정제 등을 가장 많이 사용하는 산업은 자동차 차체용 신품 부품 제조업, 플라스틱 제품 제조업, 그리고 주형 및 금형 제조업 등이었다. 이 외에도 도장 및 기타 피막 처리업이나 도금업 등이 해당 제품들을 많이 사용하고 있었으며 금속 가공제품, 전자제품, 그리고 고무제품 등을 생산하는 업종에서도 세정제 등의 용도로 디클로로메탄이 함유된 제품들을 다량 사용하고 있었다.

<표 Ⅲ-47> 디클로로메탄 함유 제품을 세정/세척 용도로 사용하는 산업의 분포(안전보건공단, 2019)

표준산업분류	용도			총합계
	세정제	탈지제	계면활성제	
자동차 차체용 신품 부품 제조업	29	1		30
그 외 기타 플라스틱 제품 제조업	27	1		28
주형 및 금형 제조업	21	4	1	26
(비어 있음)	25	1		26
그 외 자동차용 신품 부품 제조업	22	1		23
그 외 기타 일반 목적용 기계 제조업	19	1		20
그 외 기타 전자 부품 제조업	18			18
합성수지 및 기타 플라스틱 물질 제조업	16			16
도장 및 기타 피막 처리업	12	4		16
기타 기계 · 장비 조립용 플라스틱제품 제조업	16			16
도금업	13	3		16
그 외 기타 분류 안된 금속 가공제품 제조업	12	2		14
기타 플라스틱 발포 성형제품 제조업	9			9
금속 열처리업	6	3		9
플라스틱 선, 봉, 관 및 호스 제조업	8			8
그 외 기타 금속 가공업	7			7
그 외 기타 고무제품 제조업	6			6
그 외 기타 전기장비 제조업	6			6

표준산업분류	용도			총합계
	세정제	탈지제	계면활성제	
전기회로 개폐, 보호 장치 제조업	5			5
포장용 플라스틱 성형용기 제조업	5			5
그 외 금속 파스너 및 나사제품 제조업	5			5
그 외 기타 의료용 기기 제조업	5			5
육상 금속 골조 구조재 제조업	5			5
기타 건축용 플라스틱 조립제품 제조업	5			5
전동기 및 발전기 제조업	3	1		4
광학 렌즈 및 광학 요소 제조업	4			4
전자기 측정, 시험 및 분석 기구 제조업	4			4
탭, 밸브 및 유사 장치 제조업	4			4
그 외 기타 분류 안 된 화학제품 제조업	4			4
그 외 기타 달리 분류되지 않은 제품 제조업	2	1		3
기어 및 동력전달장치 제조업	3			3
운송장비 조립용 플라스틱제품 제조업	3			3
그 외 기타 특수 목적용 기계 제조업	2	1		3
절삭 가공 및 유사 처리업	2	1		3
동력식 수지 공구 제조업	3			3
화학섬유 방적업	3			3
산업용 냉장 및 냉동장비 제조업	3			3
자동차 엔진용 신품 부품 제조업	3			3
구조용 금속 판제품 및 공작물 제조업	3			3
유압 기기 제조업	1	2		3
변압기 제조업	3			3
기타 반도체 소자 제조업	3			3
배전반 및 전기 자동제어반 제조업	3			3
의료용품 및 기타 의약 관련제품 제조업	2			2
...				
열간 압연 및 압출제품 제조업	1			1
...				

표준산업분류	용도			총합계
	세정제	탈지제	계면활성제	
총합계	468	34	2	504

라) 세척 및 세정 관련 용도로 사용하는 사업체의 산업규모별 분포

노동자수에 따른 디클로로메탄의 사용 용도의 분포는 아래 표와 같았다. 모든 용도에 있어서 전반적으로 10인 이상 50인 미만의 노동자가 고용되어 있는 사업장들에서 디클로로메탄의 용도별 사용 빈도가 가장 많았다. 디클로로메탄이 세척 및 세정의 용도로 사용되었을 것으로 추정되는 세정제와 탈지제 용도에서의 사용 역시 50인 미만 노동자가 고용된 사업장에서의 사용 빈도가 가장 많았다.

<표 Ⅲ-48> 노동자수에 따른 디클로로메탄의 사용용도 분포(안전보건공단, 2019)

사용용도	근로자수										
	5인 미만		5인 이상 10인 미만		10인 이상 50인 미만		50인 이상 100인 미만		100인 이상		소계
	빈도	%	빈도	%	빈도	%	빈도	%	빈도	%	빈도
세정제	21	4.5	52	11.1	231	49.4	76	16.2	88	18.8	468
원자재	2	1.8	9	8.2	45	40.9	20	18.2	34	30.9	110
건조 및 분리제(drying & separating agent)	3	5.6	4	7.4	32	59.3	9	16.7	6	11.1	54
표면 처리제	3	5.9	8	15.7	22	43.1	5	9.8	13	25.5	51
용매제(Solvents)	1	2.2	0	0.0	27	58.7	5	10.9	13	28.3	46
코팅제	2	5.3	0	0.0	9	23.7	9	23.7	18	47.4	38
탈지제	6	17.6	4	11.8	17	50.0	5	14.7	2	5.9	34
희석제(thinner)	2	13.3	1	6.7	4	26.7	2	13.3	6	40.0	15
금속방청	0	0.0	2	18.2	6	54.5	3	27.3	0	0.0	11
용접제(Welding and soldering agents)	0	0.0	0	0.0	4	36.4	4	36.4	3	27.3	11
연화제/경화촉진제(Softners)	0	0.0	1	10.0	5	50.0	2	20.0	2	20.0	10
발포제/기포제(Foaming agents)	0	0.0	1	12.5	5	62.5	2	25.0	0	0.0	8

사용용도	근로자수										
	5인 미만		5인 이상 10인 미만		10인 이상 50인 미만		50인 이상 100인 미만		100인 이상		소계
	빈도	%	빈도	%	빈도	%	빈도	%	빈도	%	빈도
부식억제제(Corrosion inhibitors)	1	16.7	0	0.0	1	16.7	2	33.3	2	33.3	6
의약품/의약품중간체(Pharmaceuticals)	1	16.7	0	0.0	0	0.0	2	33.3	3	50.0	6
연료(Fuel)	0	0.0	1	20.0	2	40.0	1	20.0	1	20.0	5
합성수지(synthetic resin)	1	25.0	0	0.0	2	50.0	1	25.0	0	0.0	4
도포제	1	33.3	0	0.0	1	33.3	0	0.0	1	33.3	3
여과제(Filters)	0	0.0	0	0.0	1	33.3	1	33.3	1	33.3	3
촉매등 공정조절제(Process regulators)	0	0.0	0	0.0	1	33.3	0	0.0	2	66.7	3
계면활성제(Surface-active agents)	0	0.0	0	0.0	1	50.0	1	50.0	0	0.0	2
냉매	0	0.0	0	0.0	2	100.0	0	0.0	0	0.0	2
pH 조절제 (pH-regulating agents)	0	0.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	0	0.0	1
가소제(plasticizer)	0	0.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	0	0.0	1
고정제(Fixing agents)	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	1
단열재(Insulating materials)	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	1
복합제(Complexing agents)	0	0.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	0	0.0	1

사용용도	근로자수										
	5인 미만		5인 이상 10인 미만		10인 이상 50인 미만		50인 이상 100인 미만		100인 이상		소계
	빈도	%	빈도	%	빈도	%	빈도	%	빈도	%	빈도
비료(Fertilisers)	0	0.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	0	0.0	1
연료첨가제(Fuel additives)	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	100.0	1
염료안료(Colouring agents)	0	0.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	0	0.0	1
전기도금제(Electroplating agents)	0	0.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	0	0.0	1
주물용 flux(Flux agents for casting)	0	0.0	1	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1
중합개시제(Radical polymerization initiator)	0	0.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	0	0.0	1
촉매(catalyser)	0	0.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	0	0.0	1
합성출발물질 및 중간체(Intermediates)	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	1
화장품(Cosmetics)	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	100.0	1
용도 구분 없음	47	5.4	138	16.0	445	51.4	110	12.7	125	14.5	865
위 분류에 해당명칭이 없는 경우 해당 명칭을 직접 기재	1	0.5	10	4.6	55	25.2	45	20.6	107	49.1	218
소계	92		232		926		308		429		1,987

마) 세척 및 세정 관련 용도로 사용하는 사업장 최종 선택

이처럼 세 가지 용도로 디클로로메탄 혹은 디클로로메탄이 함유된 제품을 사용한 업체들은 총 504개였다. 이 중에서 한 달 동안의 취급 시간이 일정 기준에 미치지 못한 사업장 131개는 제외하였다. 일정 기준은, 단시간 작업(하루 1시간미만으로 이루어지는 작업) 및 임시작업(월 24시간미만 작업하는 것으로써 매월 10이상 ~ 24시간미만으로 반복하는 작업은 제외)의 조건에 해당되는 작업을 고려하였다. 즉, 단시간 작업의 경우 매월 이루어지는 작업이 20시간 이상일 경우(하루 1시간미만으로 한 달 중 20일을 작업한다고 가정할 경우의 시간) 단시간 작업에 해당하지 않는다고 가정하였고 임시작업의 경우 매월 10시간이상 반복되는 경우를 임시작업에 해당하지 않는다고 가정하였다. 따라서 두 가지 경우에서 하한 시간인 10시간미만을 단시간 혹은 임시 작업에 해당하는 작업이라고 가정하였다.

결과적으로 디클로로메탄 혹은 디클로로메탄이 함유된 제품을 사용하는 사업장 중에서 세정제, 계면활성제, 그리고 탈지제의 용도로 해당제품을 사용하는 사업장 총 373개가 선정되었다. 이 사업장들을 대상으로 디클로로메탄에 대한 제한 내용이 설정됨에 따른 산업계의 의견청취를 위한 설문조사를 실시하였다.

(3) 디클로로메탄의 노출 농도 분포

가) 디클로로메탄의 작업환경측정 기록 검토

디클로로메탄의 사용 용도 분포 이외에 디클로로메탄에 대한 노출 분포를 분석해 보았다. 이를 위해 산업안전보건연구원에 제출되어 있는 작업환경측정 기록을 제공받았다. 산업 및 용도분포에 따른 노출 분포를 분석해야 하기 때문

에 2017년 이후의 (2017년 ~ 현재, 2019년) 자료를 제공받았다(2017년부터 표준산업분류 기준이 개정되어서 2017년 이후 자료를 기준으로 검토하였다.)

2017년부터 2019년까지 측정된 디클로로메탄의 총 샘플 수는 54,797개 였으며 39,291개(71.7 %)의 측정값이 '0'으로 표기되어 있었다. 이는 불검출 값을 의미한다고 판단된다. 미국 산업안전보건청(Occupational Safety and Health Administration; OSHA)의 Sampling and Analytical Method[31]에 따르면 디클로로메탄의 경우 Reliable quantitation limit이 0.201 ppm (0.697 ㎎/㎥)으로 설정되어 있다. 그러나 작업환경측정 기록에서 가장 낮은 농도로 표기된 값이 0.0002 ppm 이었고 이 수준이 정량 한계값보다 낮았기 때문에 이를 불검출에 대신하는 농도로 변환하여 자료를 분석하였다.

디클로로메탄에 대한 노출기준은 TWA로써 50 ppm으로 설정되어 있다. 그러나 9,881의 측정기록에서 디클로로메탄에 대한 노출기준이 50 ppm보다 낮거나 높은 기준이 설정되어 있었다. 이는 표준 작업시간인 8시간 보다 적거나 많은 시간 동안 작업 및 측정이 이루어졌기 때문에 이를 보정하기 위해 노출기준인 50 ppm과 다른 기준이 적용된 것으로 판단된다.

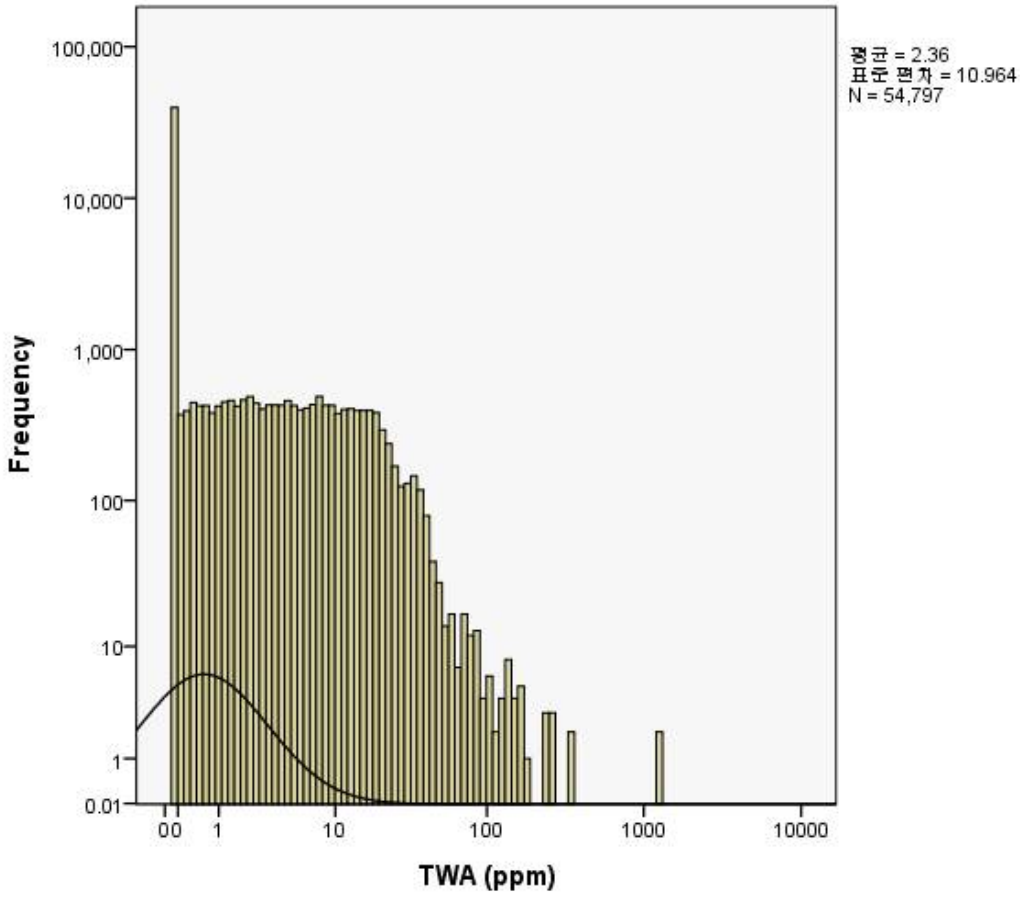
노출기준이 50 ppm보다 높게 설정된 사례는 17건으로써 대부분 6시간 정도의 작업시간에 해당하는 조건에서 측정된 것으로 추정되었다. 반대로 노출기준이 50 ppm보다 낮게 설정된 사례는 9,864건이었다. 측정 대상의 작업시간이 8시간보다 짧거나 길기 때문에 노출기준을 보정한 것일 뿐 실제 작업하는 동안의 평균적인 농도 수준을 반영할 것이기 때문에 측정 기록을 입력된 정보 그대로 분석에 활용하였다.

나) 디클로로메탄의 노출 농도 분포

31) Occupational Safety and Health Administration Sampling and Analytical Method (Methylene Chloride). https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/organic/org080/org080.html (accessed August 2020).

① 전체 노출 농도 분포

2017년부터 2019년까지 측정되어 산업안전보건연구원에 보고된 디클로로메탄의 노출 농도 분포는 아래 그림과 같았다. 전체 54,797개의 노출농도 분포를 보면 right-skewed 된 분포임을 알 수 있다. 따라서 X축의 농도를 대수모형으로 표현하였다.



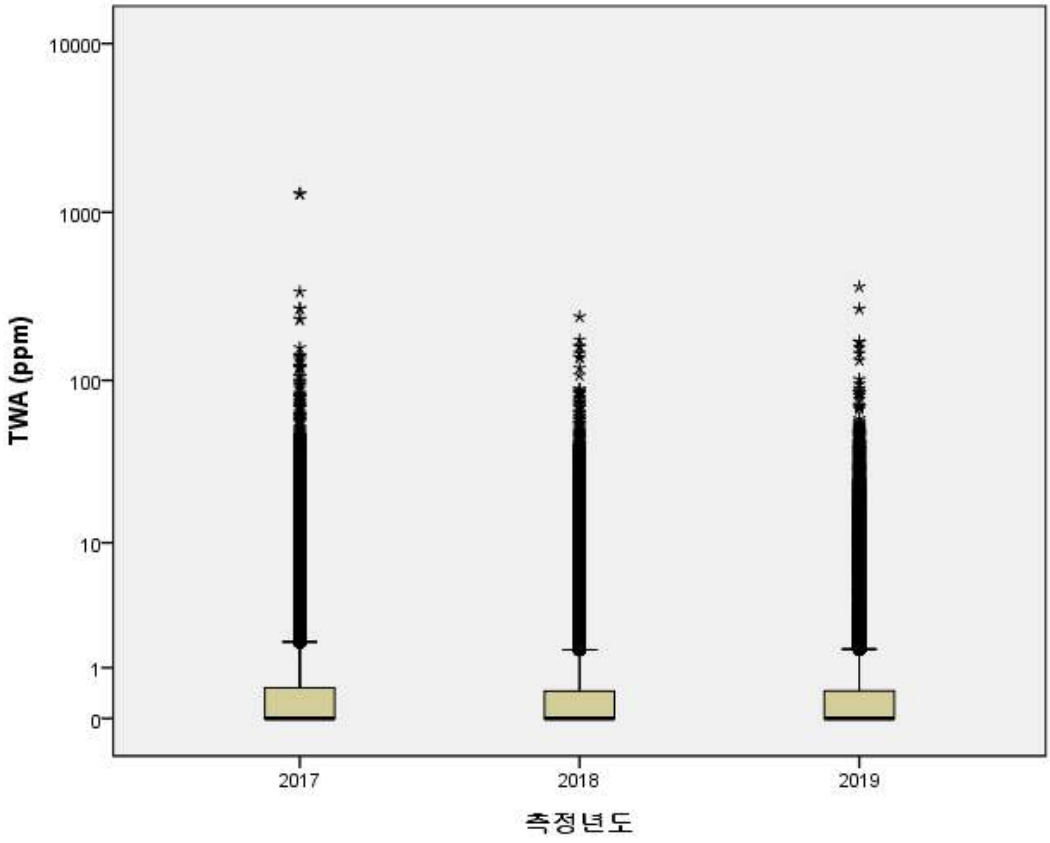
[그림 Ⅲ-16] 디클로로메탄 노출 농도의 전체 분포.

디클로로메탄 노출 농도 분포는 아래 표와 같았다. 중위수가 모두 0.0002 ppm인 이유는 검출율 자체가 23.9 %로써 매우 낮기 때문에 중위수가 검출한계 수준으로 표현되고 있기 때문이다. 전체 평균은 2.36 ppm 이었으나 자료의 분포를 고려했을 때 기하평균으로 농도 수준을 표현하는 것이 더 적절해 보였다. 전체 기하평균의 농도는 0.003 pm이었다.

<표 Ⅲ-49> 디클로로메탄 노출 농도의 전체 분포

측정년도	반기	측정결과(ppm)							
		빈도	최소값	최대값	중위수	평균	표준편차	기하평균	기하표준편차
2017	1	9,820	0.00	267.52	0.00	2.60	8.93	0.004	95.155
	2	8,841	0.00	1,286.57	0.00	2.67	21.07	0.003	81.461
2018	1	8,847	0.00	174.18	0.00	2.30	6.77	0.004	90.624
	2	8,736	0.00	239.49	0.00	2.03	7.12	0.003	78.065
2019	1	9,439	0.00	266.46	0.00	2.41	7.57	0.003	93.481
	2	9,114	0.00	360.99	0.00	2.09	7.29	0.003	78.340
전체		54,797	0.00	1,286.57	0.00	2.36	10.96	0.003	86.363

연도별 노출 농도의 분포는 아래 그림과 같았다. 평균적인 분포 혹은 기하평균에 의한 노출 농도의 분포가 큰 차이가 없었다. 비모수 통계(Kruskal-Wallis 검증)에 이한 분석에 따르면 2017년, 2018년, 그리고 2019년에 측정된 디클로로메탄의 노출 농도 사이에는 유의한 차이가 없었다($p=0.428$).



[그림 Ⅲ-17] 디클로로메탄 노출 농도의 연대별 분포.

② 산업별 노출 농도 분포

디클로로메탄에 대한 측정 실적이 많은 산업이 아래 표와 같이 분류되었다. 측정 빈도가 10회 미만인 산업은 디클로로메탄의 사용이 매우 적다고 판단하여 통계분석에서는 제외하였다. 완제 의약품 제조업에서 디클로로메탄에 대한 측정이 가장 많이 이루어지고 있었고 의약용 화합물 및 항생물질 제조업에서도 세 번째로 많은 측정이 이루어지고 있었다. 디클로로메탄에 대한 용도 분석에서 검토된 바와 같이 원자재의 용도로 디클로로메탄이 사용되었을 것으로 추정

된다. 두 번째로 많은 산업은 강선 건조업이었고 이외에 자동차용 신품 부품 제조업이나 전자 부품 제조업 그리고 도금업이나 주형 및 금형 제조업과 같은 업종에서 디클로로메탄에 대한 측정이 많이 이루어지고 있었다. 디클로로메탄의 용도 분석에서 검토된 바와 같이 주로 세정제와 탈지제의 용도로 사용되었을 것으로 판단된다.

<표 Ⅲ-50> 디클로로메탄 측정 실적이 많은 산업 분포

표준산업분류	노출농도(ppm)							
	빈도	최소값	최대값	중위수	평균	표준편차	기하평균	기하표준편차
완제 의약품 제조업	3119	0.00	144.62	0.00	1.24	4.78	0.002	50.879
강선 건조업	1843	0.00	38.28	0.00	0.14	1.71	0.000	4.655
의약용 화합물 및 항생물질 제조업	1828	0.00	33.33	0.00	1.37	3.92	0.002	61.527
그 외 자동차용 신품 부품 제조업	1423	0.00	85.66	0.00	3.59	8.25	0.007	136.590
그 외 기타 분류 안된 화학제품 제조업	1342	0.00	158.06	0.00	2.78	7.89	0.006	119.865
도장 및 기타 피막 처리업	1089	0.00	1,286.57	0.00	5.66	56.02	0.005	113.077
합성수지 및 기타 플라스틱 물질 제조업	1059	0.00	69.76	0.00	2.82	7.03	0.005	110.658
그 외 기타 전자 부품 제조업	1038	0.00	89.31	0.00	4.09	9.56	0.010	157.097
도금업	1024	0.00	360.99	0.39	6.01	15.26	0.053	163.808
주형 및 금형 제조업	1009	0.00	336.99	0.00	2.00	12.81	0.003	70.636
그 외 기타 플라스틱 제품 제조업	996	0.00	52.90	0.00	1.60	5.02	0.002	60.435
물리, 화학 및 생물학 연구개발업	951	0.00	22.19	0.00	0.54	2.04	0.001	33.985
의학 및 약학 연구개발업	938	0.00	20.99	0.00	0.68	2.25	0.001	39.431
표면 가공목재 및 특정목적용 제재목 제조업	813	0.00	45.99	1.99	9.22	12.03	0.097	233.170

표준산업분류	노출농도(ppm)							
	빈도	최소값	최대값	중위수	평균	표준편차	기하평균	기하표준편차
비철금속 선박 및 기타 항해용 선박 건조업	802	0.00	4.33	0.00	0.07	0.40	0.000	6.299
그외 기타 자동차 부품 제조업	767	0.00	120.38	0.00	2.93	8.87	0.004	101.830
자동차 종합 수리업	743	0.00	19.93	0.00	0.45	1.94	0.001	19.389
자동차 차체용 신품 부품 제조업	695	0.00	77.35	0.00	2.15	5.57	0.004	98.499
그외 기타 분류안된 화학제품 제조업	689	0.00	68.52	0.00	3.06	8.39	0.006	117.734
의료용품 및 기타 의약관련제품 제조업	678	0.00	83.73	0.00	1.39	4.76	0.002	62.624
기타 공학 연구개발업	677	0.00	18.88	0.00	0.75	2.14	0.001	46.442
그외 기타 전자부품 제조업	602	0.00	75.49	0.00	3.57	8.60	0.008	139.427
물질 성분 검사 및 분석업	555	0.00	42.16	0.00	0.39	2.25	0.001	20.745
석유화학계 기초 화학물질 제조업	527	0.00	21.61	0.00	0.35	1.43	0.001	25.254
...								
화장품 및 방향제 소매업	1	0.00	0.00	0.00	0.00	.	0.000	-

디클로로메탄의 산업별 노출 농도 분포는 아래 표와 같았다. 상기한 바와 같이 검출율이 매우 낮고 검출된 측정값 역시 right-skewed 되어 있기 때문에 기하평균을 기준으로 산업별 노출 농도 수준을 비교하는 것이 적절하다고 판단하였다. 기하평균 기준으로 가장 높은 농도가 확인된 산업은 일반 제재업으로써 5.0 ppm의 디클로로메탄 노출 수준이 확인되고 있었다. 이후 다양한 분야의 산업에서 3 ppm 이하의 노출 농도 수준을 보이고 있었다.

<표 Ⅲ-51> 디클로로메탄의 산업별 노출 농도 분포

표준산업분류	노출농도(ppm)							
	빈도	최소값	최대값	중위수	평균	표준편차	기하평균	기하표준편차
일반 제재업	42	0.00	20.05	9.31	9.56	5.64	5.021	10.936
기타 시설물 축조관련 전문공사업	10	0.99	10.73	2.34	4.50	3.86	3.025	2.632
가정용 비전기식 조리 및 난방 기구 제조업	17	0.00	39.58	17.00	17.52	11.52	2.606	93.098
항행용 무선기기 및 측량기구 제조업	14	0.00	34.61	2.94	11.26	14.98	1.416	51.017
목재문 및 관련제품 제조업	270	0.00	267.52	8.27	25.97	46.22	1.089	133.517
디스플레이 제조용 기계 제조업	10	0.00	16.41	9.10	8.47	6.77	1.013	94.616
장류 제조업	10	0.00	12.20	2.00	3.36	3.57	0.476	63.003
전자 저항기 제조업	18	0.00	16.57	1.63	3.95	5.31	0.339	67.379
치과용 기기 제조업	17	0.00	29.52	3.41	6.02	8.31	0.282	131.668
도로 건설업	12	0.00	16.25	6.55	6.03	5.42	0.241	190.666
정밀 기기 및 과학 기기 도매업	14	0.00	36.99	1.50	6.98	12.79	0.221	116.847
기타 건축용 나무제품 제조업	64	0.00	42.54	1.76	11.04	14.44	0.214	167.456
사무용 기계 및 장비 제조업	11	0.00	17.37	7.87	7.36	6.54	0.207	247.825
금속 조립구조재 제조업	38	0.00	32.79	4.14	5.56	7.02	0.201	131.562
시계 및 시계 부품 제조업	46	0.00	29.53	2.68	5.74	6.96	0.194	137.623
소파 및 기타 내장 가구 제조업	12	0.00	22.73	3.74	5.04	6.42	0.192	164.204
기타 산업용 유리제품 제조업	14	0.00	63.98	11.35	18.96	21.53	0.175	448.978
매트리스 및 침대 제조업	27	0.00	19.88	3.04	5.66	6.95	0.167	144.283
통신 · 방송장비 및 부품 도매업	21	0.00	7.90	0.55	1.86	2.52	0.166	53.351
기타 가죽제품 제조업	10	0.00	6.20	2.80	2.26	1.98	0.165	104.810
가전제품 및 부품 도매업	24	0.00	16.12	7.47	5.98	5.33	0.161	201.536
기타 옥외 시설물 축조관련 전문공사업	12	0.00	24.55	1.98	4.84	7.31	0.160	148.906
가정용 전기 난방기기 제조업	11	0.00	16.36	3.69	5.37	5.87	0.154	200.470

표준산업분류	노출농도(ppm)							
	빈도	최소값	최대값	중위수	평균	표준편차	기하평균	기하표준편차
신발 부분품 제조업	174	0.00	46.75	2.29	5.78	7.81	0.142	147.845
플라스틱 접착처리 제품 제조업	12	0.00	16.01	1.74	3.74	5.46	0.138	132.613
그 외 기타 나무제품 제조업	30	0.00	21.95	4.42	7.53	8.12	0.133	228.129
구두류 제조업	30	0.00	23.25	2.27	4.59	6.36	0.122	149.707
비메모리용 및 기타 전자집적회로 제조업	30	0.00	17.22	2.63	4.73	5.73	0.120	152.451
그외 기타 가구 제조업	33	0.00	44.70	4.21	11.80	15.54	0.118	278.146
지정 외 폐기물 처리업	17	0.00	18.20	2.17	2.91	4.29	0.111	126.308
그 외 기타 특수 목적용 기계 제조업	191	0.00	34.04	2.21	5.83	7.74	0.109	170.904
한의약품 제조업	29	0.00	15.14	0.82	3.02	4.37	0.107	90.847
금속선 가공제품 제조업	32	0.00	16.21	1.66	3.89	4.47	0.107	146.867
시계 및 시계부품 제조업	17	0.00	11.63	1.27	3.00	3.66	0.105	125.746
...								

노출기준 대비 50 % 이상의 노출 수준을 보이고 있는 측정결과가 많은 순으로 산업별 분포를 살펴보면 아래 표와 같이 정리된다. 노출 기준 대비 50% 초과하는 노출 빈도가 가장 많았던 산업은 목재 및 제재목 그리고 목재문 등을 제조하는 산업이었다. 노출 빈도가 높을 뿐만 아니라 노출 기준을 초과하는 빈도도 높은 산업은 단연코 도금업과 도장 및 피막처리업 이었다. 전자 부품 제조업이나 기타 화학제품 제조업에서도 노출기준을 초과하는 빈도가 높았다. 따라서 이와 같은 산업에서는 디클로로메탄에 대한 노출 위험이 상대적으로 높은 산업이라는 것을 알 수 있다.

<표 Ⅲ-52> 노출기준 대비 50 % 이상의 노출결과가 다수인 산업의 분포

세세분류	빈도	R(TWA/OEL)			전체
		50<R<=75	75<R<=100	100<R	
표면 가공목재 및 특정 목적용 제재목 제조업	빈도	76	29	0	105
	%	72.4%	27.6%	0.0%	100.0%
목재문 및 관련제품 제조업	빈도	28	7	46	81
	%	34.6%	8.6%	56.8%	100.0%
도금업	빈도	19	17	11	47
	%	40.4%	36.2%	23.4%	100.0%
도장 및 기타 피막 처리업	빈도	20	4	14	38
	%	52.6%	10.5%	36.8%	100.0%
합성수지 및 기타 플라스틱 물질 제조업	빈도	17	5	2	24
	%	70.8%	20.8%	8.3%	100.0%
그외 기타 전자부품 제조업	빈도	13	8	3	24
	%	54.2%	33.3%	12.5%	100.0%
그외 기타 플라스틱 제품 제조업	빈도	9	21	4	34
	%	26.5%	61.8%	11.8%	100.0%
금속 문, 창, 셔터 및 관련제품 제조업	빈도	20	10	0	30
	%	66.7%	33.3%	0.0%	100.0%
그 외 자동차용 신품 부품 제조업	빈도	25	14	5	44
	%	56.8%	31.8%	11.4%	100.0%
그 외 기타 전자 부품 제조업	빈도	20	7	7	34
	%	58.8%	20.6%	20.6%	100.0%
기타 기초 무기화학물질 제조업	빈도	10	10	1	21
	%	47.6%	47.6%	4.8%	100.0%
그외 기타 자동차 부품 제조업	빈도	11	7	2	20
	%	55.0%	35.0%	10.0%	100.0%
그 외 기타 분류 안된 금속 가공제품 제조업	빈도	4	12	3	19
	%	21.1%	63.2%	15.8%	100.0%
그 외 기타 분류 안 된 화학제품 제조업	빈도	13	6	15	34
	%	38.2%	17.6%	44.1%	100.0%
기타 가정용 전기기기 제조업	빈도	8	7	1	16
	%	50.0%	43.8%	6.3%	100.0%

세세분류	빈도	R(TWA/OEL)			전체
		50<R<=75	75<R<=100	100<R	
기타 건축용 플라스틱 조립제품 제조업	빈도	13	2	0	15
	%	86.7%	13.3%	0.0%	100.0%
그 외 기타 달리 분류되지 않은 제품 제조업	빈도	9	3	1	13
	%	69.2%	23.1%	7.7%	100.0%
주형 및 금형 제조업	빈도	7	1	5	13
	%	53.8%	7.7%	38.5%	100.0%
그 외 기타 플라스틱 제품 제조업	빈도	11	0	1	12
	%	91.7%	0.0%	8.3%	100.0%
완제 의약품 제조업	빈도	9	1	2	12
	%	75.0%	8.3%	16.7%	100.0%
기타 건축용 나무제품 제조업	빈도	6	5	0	11
	%	54.5%	45.5%	0.0%	100.0%
그 외 기타 특수 목적용 기계 제조업	빈도	8	3	0	11
	%	72.7%	27.3%	0.0%	100.0%
복합비료 제조업	빈도	7	2	2	11
	%	63.6%	18.2%	18.2%	100.0%
그외 기타 가구 제조업	빈도	5	5	0	10
	%	50.0%	50.0%	0.0%	100.0%
기타 플라스틱 발포 성형제품 제조업	빈도	5	4	0	9
	%	55.6%	44.4%	0.0%	100.0%
그 외 기타 금속 가공업	빈도	3	4	1	8
	%	37.5%	50.0%	12.5%	100.0%
자동차 차체용 부품 제조업	빈도	6	1	1	8
	%	75.0%	12.5%	12.5%	100.0%
의약용 화합물 및 항생물질 제조업	빈도	7	0	0	7
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
주방용 전기 기기 제조업	빈도	5	2	0	7
	%	71.4%	28.6%	0.0%	100.0%
그 외 기타 일반 목적용 기계 제조업	빈도	5	1	1	7
	%	71.4%	14.3%	14.3%	100.0%
기타 목재가구 제조업	빈도	6	0	0	6
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
도시철도 운송업	빈도	4	1	0	5

세세분류	빈도	R(TWA/OEL)			전체
		50<R<=75	75<R<=100	100<R	
	%	80.0%	20.0%	0.0%	100.0%
그 외 기타 고무제품 제조업	빈도	4	0	0	4
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
합성고무 제조업	빈도	1	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
화장품 및 화장용품 도매업	빈도	1	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
합계	빈도	546	253	145	944
	%	57.8%	26.8%	15.4%	100.0%

(4) 디클로로메탄으로 인한 건강영향(직업병 분포)

산업안전보건연구원의 도움을 받아 공단 내부 업무 시스템에서 제공하는 통계재해자리스트를 이용하여 디클로로메탄으로 인한 건강피해 사례를 추출하였다. 즉, 2010년부터 최근 확정 통계(2020년 5월)까지 모든 재해사례를 취합하여 '재해개요'에서 MC관련 용어(염화 메틸렌, 염화메틸렌, 이염화탄소, 메틸렌 클로라이드, 메틸렌클로라이드, MC)를 직접 검색하여 메틸렌클로라이드가 원인이 되어 산재로 승인된 사례들을 수집하였다. 다만, 통계재해자리스트는 산재 승인된 자료를 근거로 작성된 것이므로 실제 사고가 발생했으나 산재승인이 되지 않은 경우는 자료에 반영되지 않는 한계는 있다.

이 외에 화학물질 안전원에서 집계된 재해 사례를 검색(홈페이지에서 메틸렌 클로라이드, 디클로로메탄, 그리고 염화메틸렌 등으로 검색)하였고 추가적으로 구글 검색을 통해 디클로로메탄에 의한 재해 사례를 집계하였다. 집계 결과는 “위험 상황 파악에 활용 가능한 국내 자료 검토”에서 분석해 두었다. 또한 아래 “디클로로메탄 노출로 인한 질병 부담 추계”에서 재해 사례를 자세하게

집계해두었다. 요약하자면, 산재보상보험에서 인정된 원시자료로 이외에 뉴스에 기록이 남겨진 사례들을 추가하여 분석한 결과 최근 11년간 36명의 사상자가 발생하였다.

(5) 디클로로메탄의 용도 제한의 제안

가) 디클로로메탄에 대한 해외의 용도 제한 상황

REACH의 제한제도에서 설정하고 있는 디클로로메탄(dichloromethane; DCM)에 대한 제한 내용은 아래와 같다.[32)]

1. 디클로로메탄을 함유한 페인트 제거제로서 0.1 % 이상을 함유한 경우:
(a) 2010. 12. 6일 이후로는 일반인이나 전문가용으로 출시되어서는 안 되며;
(b) 2011. 12. 6일 이후에는 일반인이나 전문가용으로 판매되어서는 안 되며,
(c) 2012. 6. 6일 이후로는 전문가용으로 사용되어서는 안 된다.
이 조항에서 말하는 용어의 정의는 다음과 같다:

(ⅰ) '전문가'란 자연인으로서, 노동자와 자영업 노동자를 포함하여 산업 설비 이외에서 그들의 전문적 역할을 수행하는 과정에 페인트 제거를 실시하는 사람들을 일컫는다.

(ⅱ) '산업 설비'란 페인트 제거 작업을 수행하면서 사용하는 설비를 일컫는다.

2. 1항에도 불구하고, 회원국들은 자국 내에서 특정 상황에서 사용될 경우

32) European Chemical Agency, ANNEX XVII TO REACH – Conditions of restriction. In *Entry 59*, European Chemical Agency, Ed. FI-00121 Helsinki, Finland, Vol. EC No 200-838-9.

이를 허가할 수 있는데, 이 때 디클로로메탄이 함유된 페인트 제거제가 특별히 훈련받은 전문가들에 의해 사용되어져야 한다. 그리고 그러한 전문가들에게 공급하기 위한 용도로 위와 같은 페인트 제거제를 시장에 판매할 수 있도록 할 수 있다.

회원국이 이러한 예외를 두기 위해서는, 디클로로메탄을 함유한 페인트 제거제를 사용하는 그와 같은 전문가들의 건강과 안전을 보호하기 위한 적절한 조치들을 정의해야 하고 그와 같은 내용을 위원회(Commission)에 알려야 한다.

적절한 조치에는 전문가가 활동하고 있는 회원국에 의해 인증된 자격증을 전문가 자신이 보유하고 있거나, 혹은 그와 유사한 효력을 보증할 수 있는 다른 문서를 제시할 수 있어야 하거나, 혹은 디클로로메탄이 함유된 페인트 제거제를 안전하게 사용할 수 있도록 훈련을 받았고 그만한 자질이 있다는 것을 확인시켜줄 수 있도록 회원국에 의해 인증을 받아야 한다는 내용이 포함되어 있어야 한다.

위원회는 위와 같은 예외를 두고 있는 회원국들의 리스트를 갖고 있어야 하고 그 내용을 인터넷에 게시해야 한다.

3. 2항에 언급된 예외 사항으로 인해 이익을 취하는 전문가는 그와 같은 예외를 둔 회원국 내에서만 활동을 해야 한다. 2항에서 언급된 훈련은 다음과 같은 최소한의 내용이 포함되어 있어야 한다:

(a) 건강에 영향을 미칠 수 있는 위험의 인식, 평가, 그리고 관리, 그 외에 노동자의 건강과 안전에 미치는 위험이 더 낮은 대체재의 존재 혹은 공정에 대한 정보;

(b) 적절한 환기의 사용;

(c) Directive 89/686/EEC를 준수하는 적절한 개인보호구의 사용.

고용주와 자영업 노동자는 되도록 디클로로메탄을 다른 화학물질로 대체하거나 공정을 바꾸어서 그 조건 하에서는 노동자의 안전과 건강에 미치는 위험이 없거나 혹은 더욱 낮게 만들어야 한다.

전문가는 개인보호구를 사용하는 것을 포함해서 모든 안전 관련 조치들을 수행해야 한다.

4. 노동자를 보호하기 위한 다른 법을 침해하지 않는 범위에서, 아래와 같은 최소한의 조건이 만족된다면 디클로로메탄이 0.1 % 이상 함유한 페인트 제거제를 산업용 설비에서 사용할 수 있다:

(a) 특히, 습식 공정과 페인트가 제거된 제품을 말리는 곳을 포함하여 모든 작업 공정 구역에 효과적인 환기를 실시할 것: 제거용 탱크에는 국소배기장치를 설치하고 해당 지역에 강압 환기를 보완하여 노출을 최소화한다. 기술적으로 가능하다면 관련된 작업환경 노출 기준을 준수할 수 있도록 한다;

(b) 제거용 탱크에서의 증발을 최소화하기 위한 조치를 취한다: 이를 위해 주입과 배출하는 동안을 제외하고는 제거용 탱크를 닫을 수 있는 뚜껑을 설치한다: 제거용 탱크에 적합한 주입 및 배출 설비를 설치한다: 배출을 완료한 후에는 잔류 솔벤트를 제거하기 위해 탱크를 물 혹은 소금물로 씻어낸다;

(c) 제거용 탱크에서 디클로로메탄을 안전하게 취급하기 위한 조치를 취한다: 이를 위해 제거용 탱크로부터 혹은 제거용 탱크에서 페인트 제거제를 이송시키기 위한 펌프 및 파이프를 설비한다; 그리고 탱크를 안전하게 청소하고 슬러지를 제거하기 위한 적절한 조치를 취한다;

(d) Directive 89/686/EEC를 준수하는 적절한 개인보호구를 사용한다:

이를 위해 적합한 보호장갑, 보안경 그리고 보호의 등을 착용한다; 그리고 관련된 작업환경 노출기준을 지키기 어려울 정도의 환경에서는 적합한 호흡보호구를 착용한다;

(e) 해당 장비를 취급해야 하는 작업자를 위한 적합한 정보, 지도 그리고 훈련을 제공한다.

5. 물질 및 혼합물의 분류, 라벨 및 포장에 관한 조항을 침해하지 않는 범위에서, 2011. 12. 6일 이후에는 페인트 제거제에 디클로로메탄이 0.1 % 이상 함유된 경우, 잘보이고 읽히기 쉽게, 그리고 지워지지 않게 다음의 표기가 있어야 한다. '산업용 용도와 특정 회원국 내에서의 전문가 용도에만 한정됨-사용이 허가된 곳을 확인할 것'

디클로로메탄은 고위험성 우려물질(Substance of Very High Concern; SVHC)에 해당하지 않지만 CLP에 따라 발암성 2 등급으로 분류되는 물질이다. 또한 휘발성이 높아서 페인트 제거와 같은 작업에서 공기 중으로 쉽게 비산될 수 있다. 예를 들어, 실제로 페인트 제거와 같은 작업을 할 때는 사람의 건강에 미치는 위험을 줄이기 위해 위험 저감 조치가 필요하다는 연구도 있었다. 이에 따라, 2009년에 위원회는 76/769/EEC 지침, 즉, 판매와 사용의 제한에 대한 지침(Restriction on Marketing and Use Directive; RMUD)에 디클로로메탄의 페인트 제거제 내 사용제한을 반영한다는 결정(Decision No. 455/2009/EC)을 수용하였다. 그러나 이 결정이 실행되기 전에, RMUD에 대한 모든 결정이 폐지되고 Annex ⅩⅦ of REACH로 대체되었다. Decision No. 455/2009/EC에서는 아래의 이유에 의해 디클로로메탄의 사용을 제한하게 되었다.[33]

33) THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, Decision No 455/2009/EC of the European Parliament and of the Council of 6 May 2009 amending Council Directive 76/769/EEC as regards restrictions on the marketing and use of

(1) 페인트 제거제에 함유된 디클로로메탄이 인간에게 미치는 위험이 몇 몇의 연구에서 평가되었고 그 결과 디클로로메탄을 산업용, 전문가용, 그리고 소비자용으로 사용할 경우 그것으로부터 유래할 수 있는 위험을 저감시키기 위한 조치가 필요하다는 결론이 도출되었다.

(2) 모든 용도(산업용, 전문가용 그리고 일반 소비자용)에서 건강을 보호하기 위한 효과를 높이기 위해서는 디클로로메탄이 함유된 페인트 제거제를 판매하고 사용하는 것을 제한해야 한다.

(3) 일반 소비자들은 집의 안팎에서 디클로로메탄이 함유된 페인트 제거제를 이용해 페인트, 광택제 그리고 락커를 지우는 데 사용했다. 디클로로메탄을 안전하게 사용할 수 있도록 이들을 훈련하고 감시한다고 해서 그 안전이 보장되지는 않는다. 따라서 페인트 제거제에 함유된 디클로로메탄을 사용함으로써 일반인들에게 유발되는 위험을 제거할 수 있는 유일하게 효과적인 조치는 그것을 금지함으로써 일반소비자들에게 그러한 페인트 제거제가 판매, 유통, 사용되지 않도록 하는 것이다.

(4) 디클로로메탄이 함유된 페인트제거제를 공급망 내에서 점진적으로 퇴출시키기 위한 실제적인 집행을 위해서 시장 출시를 금지하는 날과 일반 소비자 및 전문가에 대한 최종 판매(supply)를 금지하는 날을 별도로 구분해서 지정해야 한다.

(5) 금지 조치에도 불구하고 산업용 혹은 전문가용으로 판매되는 디클로로메탄이 함유된 페인트 제거제를 공급망을 통해 일반 소비자들이 구입하게 될 수도 있으므로, 제품에 경고 표시가 있어야 한다.

(6) 지난 18년간 유럽에 등록된 산업용 및 전문가용에서 비롯된 사망자들에 대한 보고에 따르면 부적합한 환기, 부적절한 개인보호구, 부적합한 탱크의 사용으로 인한 디클로로메탄에의 과도한 노출 때문에 이러한 사망 사고가 발생된

dichloromethane.

것으로 파악되고 있다. 따라서 산업용 및 전문가용의 사용과 관련된 위험을 줄이고 제어하기 위한 제한이 도입되어야 한다.

(7) 전문가들은 일반적으로 노동자 보호를 위한 법률의 적용을 받는다. 그러나 전문가들의 작업은 종종 소비자들의 영역에서 이루어지기 때문에 건강에 영향을 미칠 수 있는 위험을 관리하고 제어하거나 혹은 줄일 수 있는 적절한 조치를 취하기 어려운 경우가 많다. 게다가 자영업자들의 경우에는 노동자를 보호하기 위한 법률이 적용되지 않아 디클로로메탄이 함유된 페인트 제거제를 사용해서 제거 작업을 하기 전에 적절한 훈련을 받을 필요가 있다.

(8) 따라서 사망자들의 수와 비치명적인 사고를 줄이기 위해서는 디클로로메탄이 함유된 페인트 제거제를 판매하고 전문가들이 사용하는 것이 금지되어야 한다. 그럼에도 불구하고, 디클로로메탄을 대체하는 것이 어렵거나 부적절할 경우, 회원국들은 승인된 전문가들에 한해서 디클로로메탄이 사용될 수 있도록 제한해야 한다. 회원국들은 그러한 예외를 승인하고 모니터링하는 책임을 가져야 하며 예외 요건에 특정한 조건을 충족하는 강제적인 훈련이 포함되어 있어야 한다. 그러나 사업주와 자영업자들은 되도록 디클로로메탄을 다른 화학물질로 교체하거나 혹은 공정을 교체함으로써 노동자의 건강과 안전에 미칠 수 있는 영향을 더욱 낮추거나 없앨 수 있도록 노력해야 한다.

(9) 산업활동 중에 보고된 사망자수와 비치명적 사고의 수는 디클로로메탄을 사용하는 노동자들에게 적용될 수 있는 작업환경에서의 법률들이 적절하게 준수되지 못하고 있다는 것을 반증하고 있다. 디클로로메탄에 대한 노출 수준이 높은 수준을 유지하고 있기 때문에 산업설비에 종사하는 노동자들에게 적용될 수 있는 추가적인 위험 저감 조치가 필요하다. 노출 수준을 줄이고 관련된 작업환경 노출 기준을 준수할 수 있는 예방적 조치, 예를 들면, 기술적으로 가능하다면, 작업환경에 효과적인 환기를 적용하는 것, 제거용 탱크로부터 디클로로메탄이 증발하는 것을 최소화할 수 있는 조치, 제거용 탱크에서 디클로로메탄을 안전하게 취급할 수 있는 조치, 개인보호구의 적합한 착용, 그리고 적절한

훈련과 교육과 같은 조치가 적용되어야 한다.

(10) 개인보호구는 Council Directive 89/686/EEC of 21 December 1989를 준수하는 것이어야 하며 개인보호구에 관한 회원국의 관련 법률을 최대한 반영한 것이어야 한다.

(11) 특정 유해 물질과 혼합물의 제조와 사용을 제한하는 회원국의 법률, 규제, 그리고 행정적 조치들을 Council Directive 76/769/EEC of 27 July 1976에 맞게 개정해야 한다.

(12) 이 결정은 다음의 규제들을 침해하지 않는다. 노동자들을 보호하기 위한 최소한의 요건을 규정한 규제들, 예를 들면, 노동 현장에서의 노동자들의 건강과 안전을 증진시키기 위한 조치들에 대한 지침인 Council Directive 89/391/EEC of 12 June 1989. 그리고 개별적인 지침들, 예를 들면, 작업현장에서의 발암물질과 돌연변이를 일으킬 수 있는 물질에 대한 노출 위험으로부터 노동자들을 보호하기 위한 지침인 Directive 2004/37/EC of the European Parliament 및 Directive of the Council of 29 April 2004, 그리고 작업현장에서의 화학물질과 관련된 위험으로부터 노동자의 건강과 안전을 지키기 위한 지침인 Council Directive 98/24/EC of 7 April 1998 등이 있다.

이 결정은 회원국들에게 2009년 5월 6일 회원국들에게 표명되었고 Official Journal of the European Union에 게재된 날로부터 삼일 째 되는 날부터 효력을 갖는다. 위원회의 검토에서 참고한 기존의 조사 내용은 몇 개의 보고서를 통해 정리되어 있었다. 예를 들어, Tukker 등(1999)이 작성한 보고서에서는 다양한 상황에서의 디클로로메탄 노출로 인한 위험을 계산했고 그와 같은 위험을 줄이기 위해 디클로로메탄의 판매와 사용을 제한하기 위한 다양한 방안들을 비교 분석하였다.[34] 반면 Tukker 등(1999)의 최종보고서에서 계산된 위험 수준은 동의할 수 있지만 암에 대한 위험이 무시된 부분은 정당화될 수 없다는 의

34) Tukker, A.; Simons, L., Methylene chloride: advantages and drawbacks of possible market restrictions in the EU. *TNO-STB Report for DG Enterprise, Delft, The Netherlands* **1999**.

견이 개진되기도 했다.[35] ETVAREAD 리포트(2004)는 디클로로메탄이 함유된 페인트 제거제를 사용하는 다양한 조건에 대해 진행된 시뮬레이션을 통한 실험적 테스트 결과에 기반하고 있으며 이 외에도 기존에 보고된 노출 수준에 대한 자료와 사망사건 보고자료 등을 고려하여 제안된 몇 가지 제안사항을 담고 있다.[36]

Tukker 등에 의한 TNO리포트(1999)에서는 세 가지 용도(일반 소비자용, 전문가용, 그리고 산업용) 모두에서 추가적인 제어조치가 필요하다고 평가하였다. 반면 ETVAREAD 리포트(2004)에서는 산업용 용도의 경우는 추가적인 조치가 필요하지 않다고 평가하였는데 그 이유는 산업용 용도에서는 VOC Directive의 적용을 받고 있기 때문으로 분석하였다.

유럽에서 디클로로메탄에 대한 제한이 어떻게 검토되었는지는 Risk & Policy Analysts Ltd.(2007)[37]에서 정리한 보고서를 참고하면 그 맥락을 이해할 수 있다. 유럽에서 디클로로메탄과 관련되어 발생된 사고에 대한 기록에 의하면 지난 70년간(1930년 ~ 2007년) 20명이 사망하고 57명이 비치명적인 상해를 당했다고 한다. 이 기록은 대부분 산업계 및 회원국들의 관계당국으로부터 얻어진 것들이다. 이 외에도 사고에 대한 정확한 정보가 부족한 케이스로써 5명이 사망한 사건과 15건의 부상사고가 보고되었다. 이를 모두 합하면 25명의 사망과 72건의 비치명적인 사고가 발생된 것이다. 사고에 대한 정보가 좀 더 명확한 최근 26년간의 자료만을 기초로 한다면 19명의 사망사고와 45명의 상해

35) European Commission Scientific Committees OPINION ON TNO REPORT "METHYLENE CHLORIDE: ADVANTAGES AND DRAWBACKS OF POSSIBLE MARKET RESTRICTIONS IN THE E U " . https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/environmental_risks/opinions/sctee/sct_out69_en.htm (accessed May 18).

36) Expert Team for Vapour Retarding Additives *Effectiveness of vapour retardants in reducing risks to human health from paint strippers containing dichloromethane*; 2004.

37) Risk & Policy Analysts Ltd., *Impact Assessment of Potential Restrictions on the Marketing and Use of Dichloromethane in Paint Strippers*. RPA: 2007.

사고가 디클로로메탄의 사용으로 인해 발생된 것이었다. 아래 표는 디클로로메탄을 함유하고 있는 페인트 박리제와 관련된 사고로써 명확한 정보가 있는 경우의 것들을 대상으로 정리된 자료이다.

<표 Ⅲ-53> 유럽에서 발생한 디클로로메탄 관련 사망 및 비치명적 상해의 개요(문헌 데이터, 1930 - 2007) (Risk & Policy Analysts Ltd., 2007)

용도 구분	사망	비치명적 상해	사망사고의 장소 및 시간
산업용	9	6	FR: 3 (1997, 2002, 2007) DE: 1 (2000) ES: 1 (2000) UK: 4 (1989, 1999x2, 2006)
전문가용	9	26	FR: 2 (1990, 1992) DE: 5 (1989x2, 1990, 1999, 2002) CH: 1 (1996) UK: 1 (2002)
산업 및 전문가용	0	10	
소비자용	2	14	FR: 1 (1993) NL: 1 (1960)
총합	20	56	
CH: Switzerland, DE: Germany, ES: Spain, FR: France, NL: The Netherlands, UK: United Kingdom			

유럽에서 발생된 사고 중에서 원인 파악이 가능한 20건의 사망사고를 대상으로 사고의 원인을 파악해서 분류한 것이 아래 표와 같았다고 한다. 하나의 사고에 여러 가지 원인이 결합되어 발생할 수 있으므로 각 원인별로 사고 건수를 비교했을 때 가장 빈도가 높은 원인은 부적합한 환기이고 그 다음으로 부적합한 개인보호구와 개방형 탱크의 사용 등이었다.

<표 Ⅲ-54> 유럽에서 발생한 디클로로메탄이 함유된 페인트 박리제와 관련된 사망 사고의 원인 분류(1930 - 2007) (Risk & Policy Analysts Ltd., 2007)

사망 사고의 잠재 원인	사고 수	사망자 수
부적합한 환기	19	14
부적합한 개인보호구	9	9
탱크 사용(대부분 개방형 탱크)	9	9
열과 관련된 사고	2	3
(개연성) 알콜 남용	1	1
장기 노출	1	0
원인 불명	5	1

이 보고서에서는 이와 같은 사고의 유형과 원인들을 분석하면서 디클로로메탄에 대한 제한이 각 용도에서 어떤 효과가 있을 것인지를 판단하고 있다. 이를 위해 산업용, 전문가용, 그리고 일반 소비자용으로 나누어 각각의 용도에서 적용 가능한 제한의 옵션을 제안하고 이들이 현실적으로 작동할 수 있을 것인지를 비교 분석하였다.

산업용 용도에서는 세 가지의 제한 내용이 비교 검토되었다. 즉, 디클로로메탄이 함유된 페인트 박리제를 산업용으로 사용하는 것을 전면 금지하는 것, 엄격히 통제된 환경과 조건이 갖추어지지 않고서는 디클로로메탄이 함유된 페인트 박리제를 산업용으로 사용하지 못하게 하는 것, 그리고 적합한 개인보호구를 착용하지 않고서는 디클로로메탄이 함유된 페인트 박리제를 산업용으로 사용하지 못하게 하는 것이다. 세 가지 옵션 중에서 산업용 용도로써 가장 합리적이라고 받아들여진 제한의 내용이 두 번째의 것, 즉, 엄격히 통제된 환경에서

만 사용하도록 하는 것이었다. 앞서 살펴본 바와 같이, 그동안 디클로로메탄과 관련해 발생한 사고들은 대부분 산업현장에서 발생했으며 주로 환기불량과 개방된 탱크를 사용하는 환경 등에서 사고가 발생했었다. 그렇다고 해서 디클로로메탄이 함유된 페인트 박리제를 모든 산업용도에서의 사용을 갑자기 금지시키게 된다면 특히 중소영세업체에 심각한 사회-경제적인 영향이 미치게 된다. 그럼에도 불구하고 현행 제도가 이런 환경에서 발생하는 사고를 줄이는데 충분치 않기 때문에 일정 용도의 환경에서만 제한적으로 사용하도록 조건을 설정하고 감독하는 것이 가장 효과적이라고 판단한 것이다.

현행 제도가 충분치 않다고 판단된 이유는 아래서도 다시 설명되겠지만 대략 다음과 같은 이유를 갖고 있다. 기존에도 노동자를 보호하기 위한 법률(예를 들면, Directive 98/24/EC)과 노출기준의 설정 및 적용, 그리고 환경관리와 관련된 법률(예를 들면, IPPC/WFD/SED Directives) 등이 있었지만 앞서 소개된 사망사고와 재해 사고와 관련된 통계는 기존의 제도가 그것이 마련된 목적에 맞게 충분히 작동하고 있지 않다는 것을 보여준다. 제도가 마련되어 있다고 해서 그 제도가 그와 관련된 책임을 갖고 있는 사람으로 하여금 제도에서 명하는 관련 사항들을 준수하도록 보증하지는 않는다. 특히, 규모가 작고 제품을 가끔씩 사용하는 사용자들에게 현행 제도는 친숙하지 않고 그에 대한 이해 수준도 낮다. 결과적으로 그들이 건강에 미치는 위험을 줄이기 위해 그들 스스로 법률에서 정한 바에 따라 관련된 조치를 실행하기는 어려운 것이 현실이다. 현행 제도가 효과적으로 작동하느냐를 결정짓는 핵심적인 요인은 법의 집행과 모니터링의 가능성에 있다. 그러나 법의 집행이 종종 규모가 크고 잘 알려진 사업자들에게 집중되어 있어 소규모 사업자들이나 영세 사용자들에 대한 관심은 소홀한 편이다. 게다가 이들 영세업체들이 보건관리를 적극적으로 수행할 수 있는 전문 인력을 고용하는 것도 현실적으로 불가능하기 때문에 관련법을 준수하기가 더욱 어려운 현실적인 문제가 있다.

전문가 용도에서도 비슷한 제한 조건을 비교 검토하였지만 최종적으로 선택

한 제한의 내용은 전문가 용도로서의 사용을 전면 금지하는 것이었다. 즉, 산업용 용도에서와 마찬가지로, 전면적인 금지, 엄격한 환경에서의 사용, 그리고 개인보호구를 착용하고 사용하는 조건 등을 비교한 것이다. 전문가 용도에서의 사용에 대해서 전면 금지를 선택하게 된 근본적인 이유는 산업용 용도와는 다르게 전문가 용도에서의 사용을 관리하고 감독하기가 어렵다고 판단했기 때문이다. 예를 들면, 전문가들을 대상으로는 법의 강제집행이 어렵다. 전문가 그룹이 포함되어 있는 업체들은 그 수가 상당히 많은데 규모가 대부분 영세하다. 또한 작업현장으로 이동해서 제품을 사용하는 경우가 많다. 이런 상황에서 노출기준을 준수하도록 하는 일체의 조치들을 실행하라고 강요하기도 어려울뿐더러 실제로 그들이 그들의 작업현장에서 법에 명시된 조건들을 지키도록 하는 것이 쉽지 않다. 그들이 스스로의 작업환경을 모니터링하면서 작업환경을 개선해 나도록 하는 것이 쉽지 않다는 것이다. 실제로는 그들을 감독하고 모니터링할 수 있는 관련 행정기관의 인력과 재정이 없다는 것이 가장 큰 문제일 수도 있다. 관련 지침을 준수하기 위해서는 전문가들이 그들의 작업 상황에 대한 위험성평가를 실시해야 한다. 그러나 그들이 위험성평가에 필요한 지식을 갖고 있지 않을 뿐만 아니라 갖고 있다고 하더라도 그 수준이 개인별로 차이가 크다. 게다가 소규모 영세업체들이 많기 때문에 그들이 보건관리자와 같은 전문인력을 고용해서 현장을 관리할 수 없는 게 현실이다. 이런 상황에서 공학적인 환경개선책을 실시하도록 하거나 적합한 개인보호구를 착용하도록 하는 것은 매우 부적합하고 부적절하기도 하다. 왜냐하면 위험성 평가 없이 적절한 공학적 개선책을 선정하거나 적합한 개인보호구를 선정하는 것은 논리적으로도 현실적으로도 불가능한 것이기 때문이다. 물론 전문가들이 작업을 하면서 장갑과 같은 개인보호구를 착용하는 경우가 종종 있다. 그러나 디클로로메탄의 노출을 최소화할 수 있다고 특정되고 있는 Fluororubber glove를 착용하는 경우는 없다. 비슷하게 얼굴 가리개를 착용하고 작업하는 경우도 있지만 사용하기 불편해서 금세 벗게 된다. 장갑과 공기공급장치 같은 개인보호구를 착용하게 하는

것은 섬세한 작업을 요하는 데코레이터가 실행하기에는 어렵고 힘든 일이다. 또한 너무나 비현실적이다. 매우 열악한 사업체를 포함하여 대부분 중소 영세업체에 속해 있기 때문이다. 상황을 더욱 어렵게 만드는 것은 제품의 공급자에 의해서 전달되는 위험관리방안도 공급자마다 달라서 혼선을 빚게 만들고 있다는 것이다. 즉, 어떤 보호 장비를 얼마나 오래 동안 사용할 수 있는지에 대한 정보가 제각각 다르다. 예를 들어, 어떤 공급자들은 PVC 글로브를 사용할 것을 권고하는가 하면 다른 공급자들은 나이트릴 글로브(nitrile golves)를 권하기도 한다. 물론 디클로로메탄을 취급할 때 가장 적절한 장갑은 fluororuber glove이다. 또한 효과적인 환기처럼 공학적인 방식 역시 전문가 사용 환경과 맞지 않고 그들이 공학적인 개선 방식에 대해 잘 알고 있지도 않다.

문제는 이것만이 아니다. 전문가들 역시 일반 소비자들처럼 DIY outlet에서 페인트 박리제를 구매한다. 신분은 다르겠지만 전문가들도 위험에 대해 일반 소비자들과 비슷한 수준의 인식을 갖게 된다. 전문가들이 작업현장에서 동일한 제품을 사용하게 될 때는 그런 작업 상황에 맞는 수준의 위험에 대한 인식을 갖고 있어야 하지만 오히려 그 수준을 낮춰주는 꼴이 되어 버린다. 전문가들이 페인트 박리제를 사용해서 오랫동안 일해 왔다는 경험이 그들로 하여금 스스로 위험을 잘 알고 있다고 착각하게 만든다. 판매의 관점에서도 소비자와 전문가를 구분하는 것이 쉽지 않다. 따라서 소비자에게 적용되는 제한 내용이 전문가에게도 동일하게 적용되어야 한다. 이런 이유들로 인해 엄격히 통제된 환경에서만 사용하게 하는 제한 내용은 전문가 용도에서는 비현실적이고 불합리할 수 밖에 없다.

그리고 이미 회원국 중 일부에서 디클로로메탄에 대한 제한을 시작하고 있었고 그것이 충분히 가능하다는 것이 입증되어 있었으며 회원국들 간의 통일성 있는 제도 환경을 위해서도 동일한 내용의 제한 적용이 필요하다고 설명하고 있다.

물론 대체재에 대한 평가도 수록되어 있다. 모든 대체재제가 안전한 것은 아

니었고 그 제품들 역시 적절한 위험성 평가가 이루어져야 하는 것들이다. 물론 위험성 평가 결과에 따라 공학적 개선 방안이나 개인보호구 사용이 동반되어야 할 것이다.

또한 디클로로메탄에 대한 제한을 적용할 경우 예상되는 사회-경제적인 영향에 대해서도 분석하고 있다. 결론적으로는 디클로로메탄이 함유된 페인트 박리제와 그 대체재의 가격이 크게 다르지 않을 것이며 시장에 미치는 영향도 적을 것이라고 전망하고 있다. 기존의 디클로로메탄을 함유한 페인트 박리제를 대체할 수 있는 다양한 제품들이 시장에 나와 있을 뿐만 아니라 디클로로메탄을 함유한 페인트 박리제를 만들었던 회사들이 이미 해당 제품을 대체할 수 있는 제품을 생산하고 있기도 했다. 게다가 업계에서는 디클로로메탄이 함유되어 있지 않은 대체재를 사용하면서 초기 시설 투자비용이 발생했지만 전반적인 운영비용은 이전에 비해 약 35 % 정도 절감되었다고 한다. 디클로로메탄이 함유된 페인트에 대한 제한이 시작되면 다른 솔벤트에 대한 수요가 늘어나게 되는 것은 당연해서 새로운 시장과 사업이 만들어지는 효과도 발생하게 된다.

나) 디클로로메탄에 대한 국내 관리 상황

국내에서의 디클로로메탄 함유 제품에 대한 관리 상황은 한국소비자원의 “표면오염제거제 안전실태조사(한국소비자원, 2018)[38]”를 참고해 파악할 수 있다. 실태조사 보고서에는 유럽에서 디클로로메탄의 함량 기준을 초과한 페인트 제거제 2개 제품을 리콜 조치한 사례를 소개하고 있다. 또한 미국에서 디클로로메탄이 함유된 페인트 제거제를 사용하던 작업자 등이 과다 흡입 등의 원인으로 인해 사망한 사례들을 언급하고 있다.

국내의 경우, 일반 소비자용으로 판매되는 접착제 제거제 혹은 흠집 제거제는 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」 및 ‘위해우려제품 지정 및 안

38) 한국소비자원, 표면오염제거제 안전실태조사. 안전감시국 제품안전팀, Ed. 2018.

전·표시기준(환경부 고시)'에 따라 위해우려제품 중 '세정제' 혹은 '코팅제'로 분류되어 해당 안전기준을 준수하여야 한다. 디클로로메탄은 유해물질 안전기준에 따라 접착제 제거제에서는 사용될 수 없는 금지물질에 해당된다. 페인트 제거제의 경우에는 위해우려제품으로 지정되지 않아 유해물질 안전기준에 적용되지 않는 실정이라고 분석하고 있다.

반면, 유럽연합에서는 REACH에 따라 디클로로메탄은 페인트 제거제 용도로 함량을 0.1% 미만으로 제한하고 있으며, 벤젠과 포름알데히드는 완제품에 각각 0.1% 그리고 1% 미만으로 사용을 제한하고 있고, 호주에서는 디클로로메탄을 유해물질로 분류하고 함량이 1% 이상인 모든 제품에 위험 및 안전 문구를 표시하도록 규제하고 있다고 해외 규제 상황을 정리하고 있다. 또한 (미국) 환경보호청(EPA)에서도 앞서 소개된 여러 건의 사망 사례 등을 배경으로 페인트 제거제에 대한 디클로로메탄의 사용을 금지하는 법안을 2017.1. 제안하였다고 보고하고 있다. 실제로 2019년 11월부터는 소비자용으로써 페인트 및 코팅을 제거하는 제품에 디클로로메탄을 사용하지 못하도록 전면 사용 금지되었다.

해당 보고서에는 해외의 사례와 규제 상황을 정리했을 뿐만 아니라 국내에 유통되고 있는 제품들에 대한 실험분석 결과도 발표하고 있다. 즉, 총 19개 제품(접착제 제거제 10개, 흠집 제거제 5개, 페인트 제거제 4개)과 판매실태조사를 위해 '산업용·공업용 페인트 제거제' 7개 제품을 추가로 별도 조사하였다. 접착제 제거제 중에서는 조사대상 10개 중 4개(40.0%) 제품에서 8 ~ 730,635 mg/kg이 검출되어 안전기준(사용 금지)에 부적합하다고 판정되었다. 흡집 제거제 중에서는 조사대상 5개 중 1개(20.0%) 제품에서 9 mg/kg의 디클로로메탄이 검출되었다. 그러나 흠집 제거제에 대해서는 디클로로메탄에 대한 기준이 별도로 정해져 있지 않으므로 적합여부를 판정하지는 않았다. 마지막으로 페인트 제거제에 대해서는 소비자용 4개 제품에서는 다행히 검출되지 않았으나, 산업용(또는 공업용) 7개 전제품에서는 526,845 ~ 927,513 mg/kg의 디클로로메

탄이 검출되었다.

이 보고서에서 결론적으로 제기된 개선방안은 첫째, 표면오염제거제에 대한 안전관리 및 감독이 강화되어야 한다는 것이다. 상당수의 제품에서 디클로로메탄이 검출되고 있었고 제품 표시사항을 준수하는 제품의 비율이 낮았기 때문에 제안된 사항이다. 둘째, 소비자용도의 페인트 제거제에 대한 위해 우려제품 지정이 필요하다는 것이다. 셋째, 산업용 및 공업용 페인트 제거제 유통 관리 강화가 필요하다는 것이다. 이는 고농도의 디클로로메탄이 함유된 산업용 및 공업용 페인트 제거제가 일반 소비자에게도 판매될 수 있는 여지가 있어 해당 제품 사용으로 인한 위험이 관리되지 못하기 때문이다.

한국소비자원에서 제출된 보고서는 소비자원이라는 기구가 지향하는 목적대로, 그야말로 소비자를 보호하기 위한 조치가 적합하게 제안되고 있다. 반면 제품 분석 결과에서 밝혀진 것과 같이 고농도의 디클로로메탄이 함유된 페인트 제거제 등이 산업현장에서 사용되고 있다는 것을 알 수 있다.

다) 디클로로메탄의 용도 제한을 위한 RMO 개발

유럽과 미국 등, 해외의 사례에서 볼 수 있는 것과 같이 디클로로메탄이 함유된 페인트 제거제를 사용하면서 그간 많은 노동자들이 사망하거나 심각한 수준의 사고들이 발생해왔다. 그럼에도 불구하고 미국 환경청과 우리나라의 환경부는 일반 소비자들을 보호하기에 적합한 제한 조치만을 적용하고 있을 뿐이다. 유럽의 경우도 0.1 % 이상의 디클로로메탄이 함유된 페인트 제거제를 일반 소비자와 전문가가 사용하지 못하도록 제한하고 있다. 다만, 산업용 용도에서는 엄격한 조건이 갖추어졌을 경우에 예외가 인정되도록 하고 있어 다른 나라들과 달리 노동자들에 대한 보호조치를 설정해 두고 있다.

물론, 우리나라와 미국에서도 산업안전보건법에 따라 산업현장에서 디클로로메탄의 노출을 제어하기 위한 조치(예: 작업환경측정, 노출 기준 설정, 건강검진

등)가 산안법에 반영되어 있는 것은 사실이다. 그러나 유럽의 판단처럼 그럼에도 불구하고 실제로 사망자와 사고자가 발생하고 있다는 것은 기존의 제도가 해당 사례들을 관리하기에는 효과적이지 못하다는 반증이라고 받아들이는 것이 합리적이라고 판단된다. 혹은 디클로로메탄의 사용과 관련해서 발생하는 재해의 형태가 현행의 규제적 조치로써는 예방하기 어려운 유형일 수도 있다. 따라서 디클로로메탄이 함유된 제품을 사용하면서 관리되지 못한 위험이나 사고 혹은 사망건과 같은 심각한 결과가 초래되지 않도록 하기 위한 별도의 제한조치가 필요하다는 결론에 이를 수 있다.

국내에서도 지난 수년간 디클로로메탄이 함유된 제품, 특히 세척제와 페인트 제거제를 사용하는 과정에서 많은 노동자들이 심각한 수준의 사고를 당하거나 사망에 이르는 재해가 발행해 왔다. 이러한 재해가 재발하지 않도록 하기 위해서는 디클로로메탄에 대한 특정 용도의 사용 제한이 필요하다.

유럽의 사례에서는 페인트 제거제로 사용되는 용도에서는 디클로로메탄의 함량이 0.1 % 미만으로 제한될 수 있도록 규제하고 있다. 그러나 우리나라의 경우는 페인트 제거제로 사용되는 경우를 포함하여 세척 및 세정의 용도로 사용되면서 여러 건의 재해가 발생해 왔다. 따라서 페인트 제거제로써의 용도로 제한할 것이 아니라 세척 및 세정의 용도(페인트 제거제 역시 세척 및 세정의 용도에 포괄될 수 있을 것으로 판단됨)로써 사용되는 제품에서의 함량 규제(0.1 %)를 제한의 내용으로 구성할 것을 제안한다.

(5) RMO 적용으로 인한 영향 평가(비용/효과 분석)

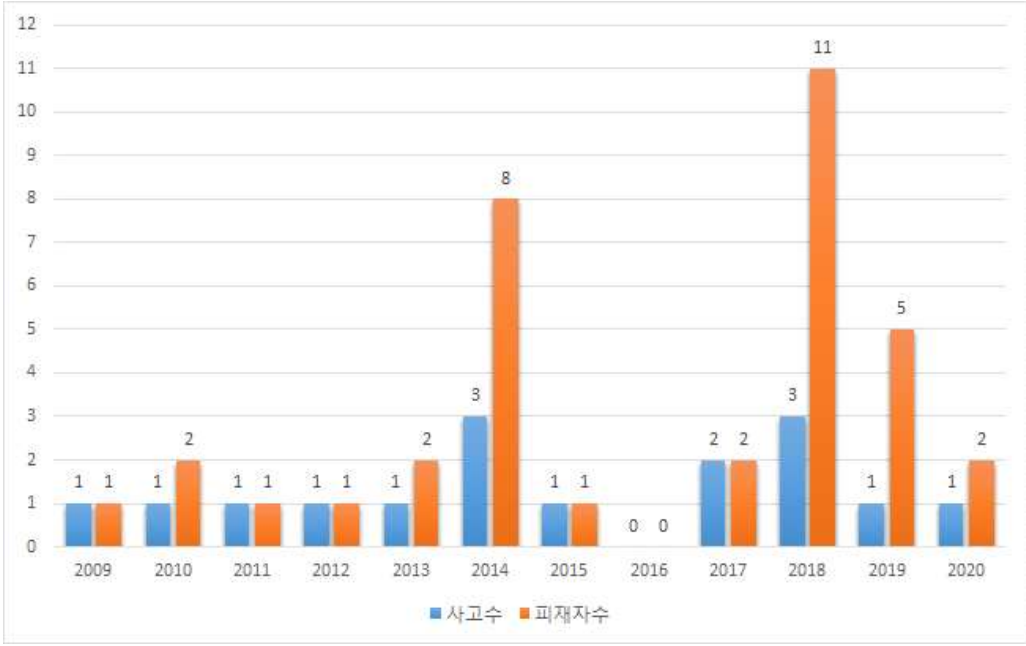
가) 디클로로메탄 노출에 의한 질병 비용의 추계

① 자료 수집

앞서 설명한 바와 같이, 산재보상보험에서 인정된 디클로로메탄으로 인한 업무상 사고와 업무 관련성 질환으로 인정된 원시자료를 사용하였다. 여기에, 산재보상으로 따로 신청되지는 않았지만, 안전보건공단의 직업병발생사례 및 뉴스에 기록이 남겨진 사례들을 추가하였다.

② 업무상 사고 및 노출 이력과 피재자 현황

최근 11년(2009년 - 2020년) 간 신고 되었거나 사례가 기록된 사고 및 노출 이력은 총 16건이었고, 이로 인해 36명의 피재자가 발생하였다.



[그림 Ⅲ-18] 지난 11년간 발생된 디클로로메탄 관련 재해자 수.

재해 별로 파악하면 업무상 사고 부상자가 25명으로 가장 많았고, 그 다음 업무상 사고 사망자가 많았다. 업무와 관련되어 질병에 걸리거나, 업무와 관련된 질병으로 사망한 사람은 총 4명이었다.

<표 Ⅲ-55> 디클로로메탄 노출 관련 재해자의 구분

재해자 구분	피재자 수 (명)
업무상 사고 부상자	25
업무상 사고 사망자	7
업무 관련 질병 이환자	3
업무 관련 질병 사망자	1
합계	36

피재자의 진단명이 확인되지 않는 경우에는, 사고의 정황이 그와 가장 가까웠던 경우의 진단명을 사용하였다. “상세불명의 가스, 연무 및 물김”이 11명으로 가장 많았고, 화상과 관련된 진단이 9명으로 많았다. 총 36건의 상병명은 다음과 같았다.

<표 Ⅲ-56> 디클로로메탄 노출로 인한 재해자들의 상병명

상병명		피재자 수(명)
담도의 기타 및 상세불명 부분의 악성 신생물 (C24)		1
달리 분류되지 않은 무산소성 뇌손상 (G931)		1
상세불명의 유기물먼지에 의한 과민성 폐렴 (J679)		1
국소적 피부경화증 (L940)		1
눈 및 안와의 기타 손상 (S058)		5
화상	각막 및 결막낭의 화상 (T261)	1
	머리 및 목의 2도 화상 (T202)	1
	상세불명 신체부위의 2도 화상 (T302)	1
	신체표면의 40-49%를 침범한 화상 (T314)	1
	신체표면의 60-69%를 침범한 화상 (T316)	5
기타 및 상세불명의 일차적으로 자율신경계통에 작용하는 약물 (T449)		5
상세불명의 가스, 연무 및 물김 (T599)		11
유기용제 및 할로겐화 탄화수소 및 그 휘발물질에 의한 불의의 중독 및 노출 (X46)		2
합계		36

③ 디클로로메탄 노출에 의한 질병 부담 추계 방법

질병비용은 직접비용과 간접비용으로 구분된다. 질병치료에 소요되는 직접비용에는 직접의료비인 입원 및 외래진료비와 직접비의료비인 교통비, 환자를 돌보는 보호자비용으로, 그리고 간접비용에는 작업손실비용 및 조기사망에 따른 소득손실액으로 구분된다.

<표 Ⅲ-57> 질병비용 추계 항목의 종류

비용 종류			개념적 정의
직접 비용	직접 의료비	외래진료비	질병의 치료에 소요된 외래 진료비
		입원진료비	질병의 치료에 소요된 입원 진료비
	직접비 의료비	외래방문에 소요된 교통비	질병 치료를 위한 외래방문에 소요된 교통비
		간병비	환자를 돌보는 보호자비용
간접비용		조기사망에 따른 소득손실액	질병으로 인한 조기사망비용
		작업손실비용	질병으로 치료하기위해 입원 및 내원 시 작업손실에 따른 비용

소득손실액은 질병으로 인한 조기사망비용으로 사망에 의해 손실되는 예상 평생소득의 잔여분이라 할 수 있으며, 작업손실비용은 질병치료를 위하여 환자가 입원할 경우 상실한 근로일수와 외래방문의 경우에 발생한 근로기회의 상실로 인한 비용으로 정의된다.

최근 11년간 산재보상보험에서 승인된 디클로로메탄으로 인한 직업병 사례는 총 36건의 원자료에는 직접비용을 산출할 수 있는 의료비와 간접비용을 산출할 수 있는 임금 내역이 포함되지 않았다. 이에 기존 통계자료를 활용하여 직접비용과 간접비용을 추계하였다.

④ 디클로로메탄 노출에 의한 질병의 직접비용 추계

직접비용 추계를 위해 건강보험 심사평가원의 『질병 소분류 통계』(http://opendata.hira.or.kr/op/opc/olap3thDsInfo.do) 자료를 사용하였다. 건강보험 심사평가원의 자료에는 1년간 해당 상병명으로 입원/외래 별 환자수, 내원일수, 청구 건수, 요양급여비용 총액이 포함되어 있다.

상병명 별로 환자 1인당 평균 하루의 진료에 드는 비용을 추계(요양급여비용 총액/내원일수)할 수 있었다. 이후, 해당 피재자의 진료일수 정보를 곱하여 피재자가 진료 받는 기간 중 지급된 총 요양급여 비용을 추계할 수 있었다. (다만, 환자 별 외래 방문 일수 혹은 입원 방문 일수에 대한 자료를 확보할 수

없었기에, 외래 진료 일수와 입원 일수의 구분 없이 추계하였다.) 이와 같은 방법으로 최근 11년간 디클로로메탄으로 인한 업무상 재해에 대한 직접비용 추계는 다음과 같다.

<표 Ⅲ-58> 디클로로메탄 노출로 인한 업무상 재해의 직접 비용 추계

연번	재해일자	재해자구분	상병명	해당 상병에 대한 하루 평균 치료비†(원)	진료일수(일)	총 직접비용‡(원)
1	2009	업무상사고사망자	T449_염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독	255,141	1	255,141
2	20101010	업무상사고사망자	X46.0_염화메틸렌 증기에 의한 중독	255,141	2	510,281
3	20101010	업무상사고사망자	X46.0_염화메틸렌 증기에 의한 중독	255,141	2	510,281
4	20110428	사고부상자	T261_각결막 화상(양안)	31,537	55	1,734,552
5	20120630	업무상사고사망자	T449_염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독	255,141	1	255,141
6	2013	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	149,673	180	26,941,124
7	2013	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	149,673	180	26,941,124
8	20140211	사고부상자	T316_화학화상(심재성2도-3도, 60%)-전신	174,926	427	74,693,493
9	20140211	사고부상자	T314_화학화상(심재성2도-3도,40%)-전신	174,926	350	61,224,174
10	20140211	업무상사고사망자	T449_염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독	255,141	1	255,141
11	20140211	업무상사고사망자	T449_염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독	255,141	1	255,141
12	20140508	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	149,673	269	40,262,013
13	20140508	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	149,673	269	40,262,013

연번	재해일자	재해자구분	상병명	해당 상병에 대한 하루 평균 치료비†(원)	진료 일수 (일)	총 직접비용‡ (원)
14	20140508	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	149,673	269	40,262,013
15	2014	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	149,673	180	26,941,124
16	20150224	사고부상자	T302_좌측 손 2도 화상	35,891	14	502,478
17	20160523	질병이환자	L940_국소적 피부경화증(우측 아래팔)	44,455	277	12,314,125
18	2017	질병이환자	C24.담도암	276,522	180	49,773,938
19	20180824	사고부상자	T2027_안면부 및 경부의 체표면적 1.5% 2-3도 화학화상	91,542	44	4,027,854
20	20171102	질병이환자	J679_과민성폐렴(과민성폐장염)	194,919	182	35,475,281
21	2018	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	185,506	180	33,391,088
22	2018	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	185,506	180	33,391,088
23	2018	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	185,506	180	33,391,088
24	2018	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	185,506	180	33,391,088
25	2018	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	185,506	180	33,391,088
26	2018	사고부상자	T316_화학화상(심재성2도-3도, 60%)-전신	143,511	180	25,832,039
27	2018	사고부상자	T316_화학화상(심재성2도-3도, 60%)-전신	143,511	180	25,832,039
28	2018	사고부상자	T316_화학화상(심재성2도-3도, 60%)-전신	143,511	180	25,832,039

연번	재해일자	재해자구분	상병명	해당 상병에 대한 하루 평균 치료비†(원)	진료 일수 (일)	총 직접비용‡ (원)
29	2018	사고부상자	T316_화학화상(심재성2도-3도, 60%)-전신	143,511	180	25,832,039
30	20181102	사고부상자	S058_각막손상(양안)	54,064	85	4,595,475
31	20181102	사고부상자	S058_각막손상(양안)	54,064	85	4,595,475
32	20181102	사고부상자	S058_각막손상(양안)	54,064	85	4,595,475
33	20181102	사고부상자	S058_각막손상(양안)	54,064	85	4,595,475
34	20181102	사고부상자	S058_각막손상(양안)	54,064	85	4,595,475
35	20191202	질병사망자	G931_저산소성 뇌손상	158,242	1	158,242
36	20191202	업무상사고사망자	T449_염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독	449,610	16	7,193,754

† 해당 상병에 대한 하루 평균 치료비 = 년도 별 해당 상병의 요양급여비용 총액 / 년도 별 해당 상병의 내원일수

‡ 총 직접비용 = 해당 상병에 대한 하루 평균 치료비 × 해당 피재자의 진료 일수

○ 앞서 언급한 바에 따르면, 직접비용에는 병원 방문 교통비, 간병비를 포함시켜야 하지만, 해당 자료가 부재하여 본 질병 부담 추계에서는 해당 항목을 포함시키지 않았다.

○ 피재자의 진료일수가 명확히 원자료에 제시되어 있지 않은 경우에는 사고의 정황이 그와 가장 가까웠던 경우의 진료일수를 사용하였다.

⑤ 디클로로메탄 노출에 의한 질병의 간접비용 추계

근로손실에 따른 간접비용 추계를 위한 임금 파악은 고용노동부의 「고용형태별 근로 실태조사」에 제시되어 있는 산업별 임금 및 근로시간 (표준산업분류9차) 자료를 활용 (http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=118&tblId=DT_118N_LCE205) 하였다. 이 자료에는 고용형태별, 산업분류별 총근로일수, 총근로시간, 소정실근로시간, 초과근로시간, 휴일근로시간, 시간당임금총액, 시간당정액급여, 월임금총액, 월급여액, 정액급여, 초과급여 등의 정보가 포함되어 있다.

간접비용은 피재자가 속해있던 산업분류의 하루 평균 임금을 계산하여 근로손실일수를 곱하여 추계하였다. 이와 같은 방법으로 최근 11년간 디클로로메탄으로 인한 질병의 간접비용은 다음과 같다.

<표 Ⅲ-59> 디클로로메탄 노출로 인한 업무상 재해의 간접 비용 추계

연번	재해일자	재해자구분	상병명	업종별 하루 평균 근로소득†(원)	근로손실 일수§ (일)	총 간접비용‡ (원)
1	2009	업무상사고사망자	T449_염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독	184,478	7500	1,383,582,090
2	20101010	업무상사고사망자	X46.0_염화메틸렌 증기에 의한 중독	184,478	7,500	1,383,582,090
3	20101010	업무상사고사망자	X46.0_염화메틸렌 증기에 의한 중독	184,478	7,500	1,383,582,090
4	20110428	사고부상자	T261_각결막 화상(양안)	184,478	55	10,146,269
5	20120630	업무상사고사망자	T449_염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독	192,660	7,500	1,444,950,739
6	2013	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	184,478	180	33,205,970
7	2013	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	184,478	180	33,205,970
8	20140211	사고부상자	T316_화학화상(심재성2도-3도, 60%)-전신	100,517	427	42,920,862
9	20140211	사고부상자	T314_화학화상(심재성2도-3도,40%)-전신	160,667	350	56,233,333
10	20140211	업무상사고사망자	T449_염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독	147,853	7,500	1,108,900,524
11	20140211	업무상사고사망자	T449_염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독	147,853	7,500	1,108,900,524
12	20140508	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	100,517	269	27,039,138
13	20140508	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	100,517	269	27,039,138

연번	재해일자	재해자구분	상병명	업종별 하루 평균 근로소득十(원)	근로손실 일수§ (일)	총 간접비용ㅔ (원)
14	20140508	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	100,517	269	27,039,138
15	2014	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	184,478	180	33,205,970
16	20150224	사고부상자	T302_좌측 손 2도 화상	192,660	14	2,697,241
17	20160523	질병이환자	L940_국소적 피부경화증(우측 아래팔)	137,086	277	37,972,743
18	2017	질병이환자	C24.담도암	184,478	180	33,205,970
19	20180824	사고부상자	T2027_안면부 및 경부의 체표면적 1.5% 2-3도 화학화상	125,613	44	5,526,981
20	20171102	질병이환자	J679_과민성폐렴(과민성폐장염)	111,878	182	20,361,878
21	2018	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	184,478	180	33,205,970
22	2018	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	184,478	180	33,205,970
23	2018	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	184,478	180	33,205,970
24	2018	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	184,478	180	33,205,970
25	2018	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	184,478	180	33,205,970
26	2018	사고부상자	T316_화학화상(심재성2도-3도, 60%)-전신	184,478	180	33,205,970
27	2018	사고부상자	T316_화학화상(심재성2도-3도, 60%)-전신	184,478	180	33,205,970
28	2018	사고부상자	T316_화학화상(심재성2도-3도, 60%)-전신	184,478	180	33,205,970

연번	재해일자	재해자구분	상병명	업종별 하루 평균 근로소득†(원)	근로손실 일수§ (일)	총 간접비용‡ (원)
29	2018	사고부상자	T316_화학화상(심재성2도-3도, 60%)-전신	184,478	180	33,205,970
30	20181102	사고부상자	S058_각막손상(양안)	192,660	185	35,642,118
31	20181102	사고부상자	S058_각막손상(양안)	192,660	185	35,642,118
32	20181102	사고부상자	S058_각막손상(양안)	192,660	185	35,642,118
33	20181102	사고부상자	S058_각막손상(양안)	192,660	185	35,642,118
34	20181102	사고부상자	S058_각막손상(양안)	192,660	185	35,642,118
35	20191202	질병사망자	G931_저산소성 뇌손상	192,660	7,500	1,444,950,739
36	20191202	업무상사고사망자	T449_염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독	192,660	7,500	1,444,950,739

† 업종별 하루 평균 근로소득 = 년도 별 해당 업종의 고용형태 별 월 임금 총액 / 년도 별 해당 업종의 총 근로 일수

‡ 총 간접비용 = 업종별 하루 평균 근로소득 × 해당 피재자의 근로손실 일수

§ 사망의 경우 근로손실 일수를 7500일로 함.

○ 업종별 하루 평균 근로소득은 정규직, 비정규직, 특수고용의 경우에서 모두가 다르지만, 피재자의 고용 형태가 원자료에 제시되어 있지 않은 경우에는 전체 근로자 평균 임금을 사용하여 추계하였다.

○ 피재자의 근로손실 일수가 명확히 원자료에 제시되어 있지 않은 경우에는 사고의 정황이 그와 가장 가까웠던 경우의 근로손실 일수를 사용하였다.

⑥ 디클로로메탄 노출에 의한 질병 부담 추계 결과

추계된 간접비용과 직접비용의 합을 총 질병부담 비용으로 하였다. 디클로로메탄 노출로 인한 업무상 사고성 사망은 7명이며, 사고성 질환의 대부분이 화상과 같이 오랜 요양기간을 필요로 하는 질환이다. 때문에 장기간의 근로손실이 발생하고, 이 때문에 많은 경우에서 간접비용이 직접비용보다 높은 것을 확인할 수 있다.

특히 재해자 구분별로 보았을 때, 사고 사망자의 경우에는 급성 중독으로 인해, 사망한 상태로 발견된 경우가 대부분이었기 때문에 직접비용의 비중이 매우 낮다.

<표 Ⅲ-60> 디클로로메탄 노출로 인한 재해 유형별 질병 부담 추계

재해자 구분	1인 평균 직접비용 (원)	1인 평균 간접비용 (원)	1인 평균 총 질병 부담 비용 (원)
업무상 사고 부상자	25,482,117	31,012,973	56,495,091
업무상 사고 사망자	1,319,269	1,322,635,542	1,323,954,810
업무 관련 질병 이환자	32,521,115	30,513,530	63,034,645
업무 관련 질병 사망자	158,242	1,444,950,739	1,445,108,981

<표 Ⅲ-61> 디클로로메탄 노출로 인한 상병별 비용 추계

연번	재해일자	재해자구분	상병명	총직접비용(원)	총간접비용(원)	총질병 부담비용(원)
1	2009	업무상사고사망자	T449_염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독	255,141	1,383,582,090	1,383,837,230
2	20101010	업무상사고사망자	X46.0_염화메틸렌 증기에 의한 중독	510,281	1,383,582,090	1,384,092,371
3	20101010	업무상사고사망자	X46.0_염화메틸렌 증기에 의한 중독	510,281	1,383,582,090	1,384,092,371
4	20110428	사고부상자	T261_각결막 화상(양안)	1,734,552	10,146,269	11,880,821
5	20120630	업무상사고사망자	T449_염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독	255,141	1,444,950,739	1,445,205,879
6	2013	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	26,941,124	33,205,970	60,147,094
7	2013	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	26,941,124	33,205,970	60,147,094
8	20140211	사고부상자	T316_화학화상(심재성2도-3도, 60%)-전신	74,693,493	42,920,862	117,614,355
9	20140211	사고부상자	T314_화학화상(심재성2도-3도,40%)-전신	61,224,174	56,233,333	117,457,508
10	20140211	업무상사고사망자	T449_염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독	255,141	1,108,900,524	1,109,155,664
11	20140211	업무상사고사망자	T449_염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독	255,141	1,108,900,524	1,109,155,664
12	20140508	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	40,262,013	27,039,138	67,301,151
13	20140508	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	40,262,013	27,039,138	67,301,151
14	20140508	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	40,262,013	27,039,138	67,301,151
15	2014	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	26,941,124	33,205,970	60,147,094
16	20150224	사고부상자	T302_좌측 손 2도 화상	502,478	2,697,241	3,199,720
17	20160523	질병이환자	L940_국소적 피부경화증(우측 아래팔)	12,314,125	37,972,743	50,286,868
18	2017	질병이환자	C24.담도암	49,773,938	33,205,970	82,979,908

연번	재해일자	재해자구분	상병명	총직접비용(원)	총간접비용(원)	총질병 부담비용(원)
19	20180824	사고부상자	T2027_안면부 및 경부의 체표면적 1.5% 2-3도 화학화상	4,027,854	5,526,981	9,554,836
20	20171102	질병이환자	J679_과민성폐렴(과민성폐장염)	35,475,281	20,361,878	55,837,160
21	2018	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	33,391,088	33,205,970	66,597,058
22	2018	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	33,391,088	33,205,970	66,597,058
23	2018	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	33,391,088	33,205,970	66,597,058
24	2018	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	33,391,088	33,205,970	66,597,058
25	2018	사고부상자	T599_상세불명의가스, 연무및물김의독작용	33,391,088	33,205,970	66,597,058
26	2018	사고부상자	T316_화학화상(심재성2도-3도, 60%)-전신	25,832,039	33,205,970	59,038,009
27	2018	사고부상자	T316_화학화상(심재성2도-3도, 60%)-전신	25,832,039	33,205,970	59,038,009
28	2018	사고부상자	T316_화학화상(심재성2도-3도, 60%)-전신	25,832,039	33,205,970	59,038,009
29	2018	사고부상자	T316_화학화상(심재성2도-3도, 60%)-전신	25,832,039	33,205,970	59,038,009
30	20181102	사고부상자	S058_각막손상(양안)	4,595,475	35,642,118	40,237,593
31	20181102	사고부상자	S058_각막손상(양안)	4,595,475	35,642,118	40,237,593
32	20181102	사고부상자	S058_각막손상(양안)	4,595,475	35,642,118	40,237,593
33	20181102	사고부상자	S058_각막손상(양안)	4,595,475	35,642,118	40,237,593
34	20181102	사고부상자	S058_각막손상(양안)	4,595,475	35,642,118	40,237,593
35	20191202	질병사망자	G931_저산소성 뇌손상	158,242	1,444,950,739	1,445,108,981
36	20191202	업무상사고사망자	T449_염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독	7,193,754	1,444,950,739	1,452,144,493

⑦ 디클로로메탄 노출에 의한 연도별 질병 부담 추계 결과

년도별 디클로로메탄으로 인한 직업병 질병부담 추계액은 다음과 같았으며, 업무상 사고 사망자가 발생한 해에 총 질병 부담 비용이 높은 것을 확인할 수 있다. 11년간의 총 직접비용은 약 7.4 억 원, 총 간접비용은 약 115.7 억 원이며, 전체 총 질병부담비용은 약 123.1 억 원이었다.

이를 가지고 한 해 별 평균 비용을 계산해보았다. 매해 약 0.6 억원의 직접비용, 약 1 억 원의 간접비용, 그리고 약 1.1 억 원의 총 질병 부담비용이 발생해온 것으로 추계할 수 있었다.

<표 Ⅲ-62> 디클로로메탄 노출로 인한 업무상 재해의 연도별 비용 추계

연도	년간 총 직접비용 (원)	년간 총 간접비용 (원)	년간 총 질병 부담 비용 (원)
2009	255,141	1,383,582,090	1,383,837,230
2010	1,020,562	2,767,164,179	2,768,184,741
2011	1,734,552	10,146,269	11,880,821
2012	255,141	1,444,950,739	1,445,205,879
2013	53,882,247	66,411,940	120,294,188
2014	284,155,110	2,431,278,626	2,715,433,736
2015	502,478	2,697,241	3,199,720
2016	0	0	0
2017	62,088,063	71,178,713	133,266,776
2018	309,786,730	324,742,591	634,529,321
2019	22,977,374	178,210,591	201,187,965
2020	7,351,996	2,889,901,478	2,897,253,474
전체	744,009,394	11,570,264,457	12,314,273,851
1년 평균	67,637,218	1,051,842,223	1,119,479,441

⑧ 소론

최근 11년(2009년 - 2020년) 간 신고 되었거나 사례가 기록된 사고 및 노출 이력은 총 16건이었고, 이로 인해 36명의 피재자가 발생하였다. 이들 질병 부담의 총 추계액은 약 123.1 억 원이었다.

매해 약 1.1 억 원의 총 질병 부담비용이 발생해왔으며, 피재자 한 명 당 약 3.4 억 원의 질병 부담비용이 발생했음을 추계할 수 있었다. 피재자 중 25명은 업무상 사고 부상자이고, 7명은 업무상 사고 사망자였다. 이들의 총 질병 부담 비용은 각각 0.5 억 원과 13.2 억 원으로 추계되었다. 업무 관련 질병 이환자는 3명이었고, 업무 관련 질병 사망자는 1명이었다. 이들의 총 질병 부담 비용은 각각 0.6 억 원과 14.3 억 원으로 추계되었다.

나) 제한 내용 적용에 따른 건강 편익

디클로로메탄이 함유된 제품의 함량(0.1 % 미만)에 대한 함량이 적용되면 이 제품을 사용하면서 그동안 발생해왔던 재해가 줄어들 것이다. 따라서 그동안 발생했었던 건강피해에 의한 비용이 건강편익으로 계산될 수 있을 것이다. 아래 표는 본 연구를 통해 계산된 연간 건강편익을 정리한 것이다. 본 연구의 결과를 적용하면 연간 ₩1,119,479,442의 건강편익이 발생할 수 있다.

또한 최근에는 사회경제성 평가에서 화학물질로 인한 사망에 소요되는 비용을 의료비용법을 이용해서 추정하지 않고 통계적 인간생명가치(Value of a Statistical Life; VSL)를 이용해서 추정하고 있다. 신영철 등은[39] 화학물질로 인한 현재의 사망 위험 감소에 대한 편익은 VSL로써 37.4억원(95% 신뢰구간 27.73억원 ~ 49.77억원, 급성위험) 그리고 화학물질로 인한 평생 노출 이후 즉,

39) 신영철; 김정수; 고도현; 권선희; 이규명; 김선형; 이상직; 박시용 *화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 기반 구축(III)*; 국립환경과학원,: 2019.

70대 이후의 사망 위험 감소에 대한 편익은 VSL로써 25.3억원(95% 신뢰구간 19.40억원 ~ 32.24억원, 만성위험)으로 추정하고 있다. 의료이용법을 통한 추정과 VSL을 이용한 추정을 비교하면서 현실적인 비용을 추계할 수 있다. VSL을 적용하면 건강편익은 연간 ₩2,755,589,201의 건강편익이 발생하는 것으로 추정할 수 있다.

<표 Ⅲ-63> 디클로로메탄 노출로 인한 직업성 재해의 부담비용 추계

재해자 구분	피재자 수 (명)	연간 피해자	1인 평균 직접비용(원)	1인 평균 간접비용(원)	1인 평균 총 질병 부담 비용(원)†	본연구 추계	VSL 적용
업무상 사고 부상자	25	2.3	25,482,117	31,012,973	₩56,495,091	₩128,397,934	₩128,397,934
업무상 사고 사망자	7	0.6	1,319,269	1,322,635,542	₩1,323,954,810	₩842,516,697	₩2,380,000,000‡
업무 관련 질병 이환자	3	0.3	32,521,115	30,513,530	₩63,034,645	₩17,191,267	₩17,191,267
업무 관련 질병 사망자	1	0.1	158,242	1,444,950,739	₩1,445,108,981	₩131,373,544	₩230,000,000‡
합계	36	3.3	-	-	₩2,888,593,527	₩1,119,479,442	₩2,755,589,201

†: 본 연구에서 의료의 직간접비용을 이용해 추계한 금액, 질병으로 인한 부담금과 사망에 이른 경우의 부담금에 대해 각각 3.53억/인당과 5.05억/인당을 적용함

‡: 신영철 등이(2018) 1, 2차 연구(화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 기반 구축)를 통하여 정리한 통계적 인간생명가치 중 화학물질 노출로 인한 만성적 영향에 해당하는 금액, 25.33 억/인당과 화학물질로 인한 현재의 사망 위험 감소에 대한 편익으로써 37.4억원 적용함

*: 산업안전보건공단으로 제공받은 산업재해 인정 건수에 기초한 질병발생자수

기존 연구에서 산업재해가 신고되지 않은 비율이 91.1% 정도라는 연구 결과[40]를 반영한다면 직업성 재해의 비용 부담은 아래와 같이 재계산될 수 있을 것이다. 사망사고의 경우는 보고되지 않는 경우가 거의 없다고 보여지기 때문에 사고 부상자와 질병 이환자의 경우에만 문헌에서 언급된 보고율(9.9 %)을 보정해서 계산하였다. VSL로 보정할 경우 연간 부담 비용은 약 42.5억 정도가 발생하게 될 것으로 추정된다.

<표 Ⅲ-64> 디클로로메탄 노출로 인한 직업성 재해의 부담비용 추계 보정 결과(산재 보고율 보정)

재해자 구분	본연구 추계	VSL 적용
업무상 사고 부상자	₩1,442,673,417	₩1,442,673,417
업무상 사고 사망자	₩842,516,697	₩2,380,000,000
업무 관련 질병 이환자	₩193,160,301	₩193,160,301
업무 관련 질병 사망자	₩131,373,544	₩230,000,000
연간 합계액	₩2,609,723,959	₩4,245,833,718

다) 제한 내용 적용에 따른 비용의 추계

제한 내용 적용에 따른 비용의 추계는 이해 당사자들의 의견을 반영하여 집계하였다. 즉, 디클로로메탄을 취급하는(물질의 제조자, 물질을 혼합하여 새로운 제품을 생산하는 제조자, 그리고 물질 자체 혹은 물질이 혼합된 제품을 사용하는 소비자 등) 산업 현장의 관리자들을 대상으로 설문조사를 시행한 후 심층 인터뷰를 통해 비용을 추계하였다. 이를 위해 디클로로메탄에 대한 제한 내용이 실행되면 각 산업현장에서 어떤 변화가 발생하게 되고 그에 따라 향후 발생하게 될 비용(예를 들어, 새로운 설비를 신설한다던지 혹은 새로운 규제에

40) 홍성자; 전만중; 김창윤, 중· 소규모 제조업 사업장의 산업재해 실태. *한국산업간호학회지 제* **2011,** *20* (1).

순응하기 위해 필요한 관리비용이 발생한다던지 등)이 어느 정도가 될 것인지를 묻는 설문을 기획하였으며 설문 응답자 중에서 생산활동에 변화가 발생하여 비용이 추가될 것으로 예상한 응답자들을 대상으로 심층 인터뷰를 실시하였다.

① 설문대상자들의 선정

디클로로메탄을 사용하거나 혹은 그것이 함유된 제품을 사용하는 사업장을 선정하기 위해서는 해당 사업장에 대한 정보가 필요하다. 이에 대한 정보 소스로써 환경부의 등록자료를 활용하는 것이 가장 적합할 것이다. 고용노동부를 통해 환경부에 등록된 등록 자료 열람을 요청하였으나 관련된 기업의 전반적인 동의가 있어야 열람이 가능한 행정적 절차가 있어서 본 연구에서는 이를 활용하지 못했다. 따라서 차선책으로써, 앞서 작업환경실태조사 결과를 분석한 과정에서 설명한 바와 같이 실태조사 결과를 기준으로 설문대상자들을 선정하였다.

디클로로메탄 자체를 생산하거나 디클로로메탄이 함유된 세정/세척 용도의 제품을 생산하는 사업장을 선정하기 위해 다음과 같은 과정을 거쳤다. 디클로로메탄을 제조하거나 사용하는 산업에 따라서 제한 내용에 대한 의견이 다를 수 있다. 따라서 설문조사 대상 업체를 디클로로메탄의 제조 혹은 사용 패턴에 따라 선정하기 위해 디클로로메탄을 제조(디클로로메탄 자체를 제조), 혼합(특정 용도를 갖는 제품을 제조하는 과정에서 디클로로메탄을 혼합), 혼합(세척)(세척/세정의 용도를 갖는 제품을 제조하는 과정에서 디클로로메탄을 혼합), 취급(공정 운영상 단순한 필요에 의해 디클로로메탄이 함유되어 있는 제품을 사용하는 경우)하는 산업으로 구분해서 작업환경실태조사 자료(안전보건공단, 2019년)를 재분류 하였다.

디클로로메탄이 함유된 제품을 세척/세정제 용도로 사용하는 산업체는 작업환경실태조사 결과를 활용해 특정 조건을 이용해서 앞서 이미 선별하였다. 즉, 디클로로메탄 혹은 디클로로메탄이 함유된 제품을 사용하는 사업장 중에서 본

연구의 제한 내용에 맞는 용도 즉, 세정제, 계면활성제, 그리고 탈지제의 용도로 해당제품을 사용하는 사업장 총 373개가 선정하였다.

이 외에 디클로로메탄 자체를 생산하는 업체와 디클로로메탄을 혼합하여 세척제 용도의 제품을 생산하는 업체를 선별하기 위해 아래의 구분 조건을 활용하여 설문대상 업체를 선별하였다. 다만, 작업환경실태조사 자료 내에서는 디클로로메탄을 직접 생산하는 업체를 선별할 수 없었다.

㉠ 표준산업분류에 의한 구분

작업환경실태조사 결과 중 우선, 취급/생산 구분 카테고리에서 '생산'으로 분류된 기업을 중심으로 디클로로메탄(제조/혼합/혼합(세척)/취급)의 쓰임을 추정하였다. 디클로로메탄을 취급하거나 생산한다고 조사된 1,987개의 사업체 중에서 '표면 광택제 및 실내 가향제 제조업', '일반용 도료 및 관련제품 제조업', 그리고 '계면활성제 제조업'에 해당하는 단 세 개의 업체만이 디클로로메탄을 생산하는 업체로 선별되었다.

○ 표면 광택제 및 실내 가향제 제조업(표준산업분류코드 20424)

디클로로메탄을 생산한다고 구분된 한 개의 사업체 이외에 표준산업분류코드(20424)에 따라 동일한 산업으로 분류되는 다른 업체의 디클로로메탄 사용 패턴을 분석하기 위해 '표면 광택제 및 실내 가향제 제조업'에 해당하는 사업체들을 필터링하여 구체적인 제조 제품들을 확인해 보았다. 표면광택제 및 실내 가향제 제조업의 경우 순도 100 %에 이르는 디클로로메탄이 사용되는 공정이 주로 혼합 및 정제 공정이었다. 따라서 디클로로메탄 자체를 생산하는 산업이라기보다는 디클로로메탄을 혼합해서 새로운 표준산업분류명에 해당하는 제품들을 생산하는 업체일 것이라고 유추된다. 실제로 기업정보를 확인한 결과 모두 세척제 혹은 세정제를 제조하고 있는 업체들이었다. 다만 작업환경실태조사를 수행하는 단계에서 생산과 취급의 정의를 혼동해서 발생한 분류라고 판단된

다. 따라서 해당 산업체는 디클로로메탄을 '혼합(세척)'하는 산업체로 재분류하였다.

<표 Ⅲ-65> 표면 광택제 및 실내 가향제 제조업(표준산업분류코드 20424)에서의 디클로로메탄 함유 제품의 사용 공정 및 용도

제품명	연간취급량(kg)	함유량(%)	사용공정	사용용도
MC(METHYLENE CHLORIDE)	639.0	100	혼합	코팅제
염화메틸렌	16,364.2	100	혼합	
염화메틸렌	936,000.0	98	정제	세정제
염화메틸렌	842,400.0	98		

○ 일반용 도료 및 관련제품 제조업(표준산업분류코드 20411)

표준산업분류코드(일반용 도료 및 관련제품 제조업: 표준산업분류코드 20411)에 따라 동일한 산업으로 분류되는 다른 업체의 디클로로메탄 사용 패턴을 분석하기 위해 '일반용 도료 및 관련제품 제조업'에 해당하는 사업체들을 필터링하여 구체적인 제조 제품들을 확인해 보았다. 일반용 도료 및 관련제품 제조업에서 디클로로메탄이 사용되는 공정은 대부분 혼합공정이고 용도는 용매 혹은 원자재로 분류되고 있었다. 이는 디클로로메탄이 다른 제품을 생산하기 위해 혼합되는 것임을 알 수 있다. 예를 들어, 이들 업체들에서 생산되는 제품 중 'PR 50A'는 페인트 제거제로 사용되고 'PR 202'는 지그세정제로 사용되는 제품들이었다. 일부의 경우에서는 연간취급량이 '0'으로 기록되어 있고 사용용도가 특정되지 않은 경우가 있었으나 별다른 이유를 추정할 수 수 없어서 다른 업체와 동일하게 '혼합(세척)' 업체로 분류하였다.

일부 업체의 경우 제조하는 제품 중에서 세척제로 확인되는 제품이 없는 경우가 있었다. 이 업체들은 디클로로메탄을 '혼합'하여 관련 제품을 생산하는 업

체로 분류하였다.

<표 Ⅲ-66> 일반용 도료 및 관련제품 제조업(표준산업분류코드 20411)에서의 디클로로메탄 함유 제품의 사용 공정 및 용도

제품명	연간취급량(kg)	함유량	사용공정	사용용도
디클로로메탄	1,200.0	100	혼합	용매제(Solvents)
디클로로메탄	1000	100	혼합	원자재
DCM	48,000	100	혼합	원자재
Methylene chloride	1,000.0	100	혼합	원자재
이염화메테인	3,360.0	100	혼합	원자재
D/S 유비탄 상도 투명 #CC-700 G20 유색용	0	3.8	혼합	
디클로로메탄	3,000.0	100		원자재
탭핑유 ST-501 453ml	0.0	17.5		
염화메틸렌	1,200.0	99.9	검사	위 분류에 해당명칭이 없는 경우 해당 명칭을 직접 기재
MC(METHYLENE CHLORIDE)	9,750.0	100	혼합	원자재
염화메틸렌	100,000	92.5		
PR-50A	2,000.0	55	세척제거	탈지제
메타그린-1	0	100	혼합	원자재
다이클로로메테인	0	100	혼합	원자재
PR202(지그세정제)	4,000	80	기타공정	위 분류에 해당명칭이 없는 경우 해당

제품명	연간취급량(kg)	함유량	사용공정	사용용도
				명칭을 직접 기재
다이클로로메테인	70,000	100	기타공정	위 분류에 해당명칭이 없는 경우 해당 명칭을 직접 기재

○ 계면활성제 제조업(표준산업분류코드 20421)

표준산업분류코드(계면활성제 제조업; 표준산업분류코드 20421)에 따라 동일한 산업으로 분류되는 다른 업체의 디클로로메탄 사용 패턴을 분석하기 위해 '계면활성제 제조업'에 해당하는 사업체들을 필터링하여 구체적인 제조 제품들을 확인해 보았다. 계면활성제 제조업에서 디클로로메탄이 사용되는 공정은 대부분 혼합 및 반응공정이었고 용도는 용매 혹은 원자재 그리고 의약품/의약품 중간체 및 건조 및 분리제 등으로 분류되고 있었다. 이는 디클로로메탄이 다른 제품을 생산하기 위해 혼합되는 것임을 알 수 있다.

사용용도에서 세척제거로 사용된다고 기록되어 있는 업체의 경우 실제 기업정보에 따르면 세척제를 제조하는 업체로 소개되고 있다. 따라서 세척제를 제조하면서 디클로로메탄을 혼합하여 제조하는 업체라고 추정된다. 사용 용도가 세척제거라고 기록된 나머지 한 개 업체 역시 기업정보에 따르면 산업용 세척제를 제조하는 업체이므로 이 역시 세척제를 만들기 위해 디클로로메탄을 혼합하는 업체라고 추정된다. 따라서 나머지 기업들 모두 디클로로메탄을 '혼합(세척)'해서 세척제 등을 제조하는 업체로 재분류 하였다.

<표 Ⅲ-67> 계면활성제 제조업(표준산업분류코드 20421)에서의 디클로로메탄 함유 제품의 사용 공정 및 용도

제품명	연간취급량(kg)	함유량	사용공정	사용용도
디클로로메탄	32,640	100	혼합	의약품/의약품중간체(Pharmaceuticals)
Dichioromethane	43,719	100	반응	원자재
Methylene Chloride	6000,000	100	혼합	원자재
“Methylene chlorid, MC“	37,786	100	혼합	용매제(Solvents)
박리제	60,000	45	열처리	건조 및 분리제(drying & separating agent)
MC	20,000	100	세척제거	
MC	10,000	100		
염화메틸렌	1,200	100	세척제거	

㉡ 사용공정에 의한 구분

표준산업분류 기준을 고려해 디클로로메탄을 혼합해서 세척제와 같은 용도의 제품을 만드는 산업에서 가장 많이 사용하는 공정이 혼합, 반응, 정제, 실험/연구, 그리고 검사 등이었다. 따라서 이들 사용공정을 기준으로 디클로로메탄이 어떻게 사용되고 있는지를 보다 구체적으로 살펴보았다.

○ 혼합공정에 의한 구분

공정 운영상의 필요에 의해서 디클로로메탄이 함유된 제품을 단순히 취급하는 업체 이외에 디클로로메탄을 혼합해서 세척제와 같은 제품을 생산하는 업체를 선별하기 위해 ‘혼합’으로 분류되는 사용공정을 필터링할 경우 66개 업체가

선별된다. 이 업체들이 디클로로메탄을 사용하는 대부분의 용도는 원자재 및 용매제(solvent)이다. 대부분 화장품이나 의약품 등을 만드는 제조업체들의 혼합 공정에서 디클로로메탄을 특정 용도로 사용하고 있는 것으로 확인되고 있었다. 이들 업체들은 디클로로메탄을 '혼합'하여 다른 제품을 생산하는 업체들로 분류하였다. 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업이나 시멘트, 고무, 나무 제품 등을 만드는 업체에서 사용하는 경우는 단순한 '취급' 사업장으로 분류하였다.

이외에 표면 광택제, 계면활성제, 혹은 도료용 제품을 생산하는 일부 업체들은 기업정보를 확인한 결과 세척제 등을 제조하고 있어서 디클로로메탄을 '혼합(세척)'하여 세척제와 같은 제품을 만드는 것으로 파악되어 디클로로메탄을 '혼합(세척)' 하는 산업으로 분류하였다.

○ 반응공정에 의한 구분

반응공정에서 디클로메탄이 함유된 제품을 취급한다고 분류된 업체들은 앞의 경우와 마찬가지로 대부분 원자재 및 용매제(solvent)의 용도로 해당 제품을 사용하고 있었다. 또한 공정에서의 특정 기능 발휘를 위한 첨가제 등의 용도로 사용되고 있었다.

반면, 디클로로메탄이 함유된 제품을 세정제 용도로 사용하고 있다고 분류된 업체들은 분석기기 제조업체, 의료기기 및 화장품 제조업체, 치료제 개발업체, 접착제 등의 화학약품을 제조하는 업체 등이었다. 화학약품을 제조하는 업체를 제외하고는 모두 디클로로메탄이 함유된 제품을 취급하는 업체로 추정되고 화학약품 제조업체는 디클로로메탄을 '혼합'해서 다른 제품을 만드는 업체로 추정되었다.

○ 정제공정에 의한 구분

정제공정에서 사용되는 디클로로메탄 함유 제품의 사용 용도는 아래 표와

같았다. 냉매 혹은 원자재와 용매제 등으로 주로 사용되고 있었다. 세척제, 윤활유, 그리스, 유기용제 등을 제조하는 사업장을 제외하고는 디클로로메탄을 함유한 제품을 단순 취급하는 공정으로 추정된다. 세척제 등을 제조하는 사업장에서는 디클로로메탄을 혼합해서 세척제 등의 용도를 갖는 제품을 제조하는 것으로 추정되었다.

<표 Ⅲ-68> 정제 공정에서 사용되는 디클로로메탄 함유 제품의 용도

표준산업분류명	표준산업분류코드	제품명	연간취급량(kg)	함유량	생산제품	사용용도
그 외 기타 전기장비 제조업	28909	TAP-101	216000.0	15	기계공구,전기부품 제조	냉매
의료용품 및 기타 의약 관련제품 제조업	21300	디클로로메탄	720.0	100	의약품	용매제(Solvents)
완제 의약품 제조업	21210	염화메틸렌	500.0	100	의약품	원자재
산업용 냉장 및 냉동장비 제조업	29171	407C	24000.0	23	공기조화장치	냉매
표면 광택제 및 실내 가향제 제조업	20424	염화메틸렌	936000.0	98	세척제,윤활유,그리스,유기용제 제조	세정제
기타 직물제품 제조업	13229	디클로로메탄	300000	99.8	섬유,의류	위 분류에 해당명칭이 없는 경우 해당 명칭을 직접 기재

○ 실험/연구 공정에 의한 분류

실험/연구 공정으로 분류하여 디클로로메탄이 함유된 제품이 사용되는 용도를 분석해 보았다. 우선, 연구소에서 사용하는 제품은 분석을 위해 단순히 취급되는 제품으로 분류하였다. 연구소를 제외하고 실험/연구에 디클로로메탄이 함

유된 제품을 사용하는 사업체들은 아래 표와 같았다. 의약품을 제조한다던지 기타 무기화합물이나 기구 및 제품 제조업에서는 디클로로메탄이 함유된 제품들을 단순히 취급하고 있다고 추정된다. 유기화학물질 등을 제조하는 사업장들의 기업정보를 검토한 결과 나머지 업체들에서도 무기화합물 혹은 유기화학물질을 제조하는 과정에서 단순히 디클로로메탄을 취급하고 있는 것으로 유추되었다. 사용 용도가 특정되지 않은 경우는 단순 취급 사업장으로 분류하였다.

<표 Ⅲ-69> 실험/연구 공정에서 사용되는 디클로로메탄 함유 제품의 용도

표준산업분류명	표준산업분류코드	제품명	연간취급량(kg)	함유량	생산품	사용용도
완제 의약품 제조업	21210	디클로로메탄	1200,000	100	의약품	원자재
염료, 조제 무기 안료, 유연제 및 기타 착색제 제조업	20132	염화메틸렌	270,000	100	금속 함유 제품들	원자재
완제 의약품 제조업	21210	Dichloromethane(HPLC)	30,000	100	의약품	원자재
	00000	Dichloromethane	9,600	100	염료, 조제 무기안료, 유연제 및 기타 착색제	용매제(Solvents)
전자기 측정, 시험 및 분석 기구 제조업	27212	A리무바	1,800	75	시험 및 분석 기구	세정제
석탄화학계 화합물 및 기타 기초 유기화학 물질 제조업	20119	디클로로메탄	20,000	100	IPA 폐액 수집/운반/처리	원자재
의약용 화합물	21101	시클로로	12,000	97.5	의약품	원자재

표준산업분류명	표준산업분류코드	제품명	연간취급량(kg)	함유량	생산품	사용용도
및 항생물질 제조업		메탄				
한의약품 제조업	21220	디클로로메탄	18,000	100	의약품	세정제
석탄화학계 화합물 및 기타 기초 유기화학 물질 제조업	20119	Dichloromethane	50	100	MDI	용매제(Solvents)
기타 기초 무기화학 물질 제조업	20129	메틸렌클로라이드	10	100	안료 및 수지	원자재

○ 검사공정에 의한 분류

검사공정에서 디클로메탄이 함유된 제품을 취급한다고 분류된 업체들 중에서 표면처리제나 촉매, 그리고 원자재나 용매제 등의 용도로 해당 제품을 사용하는 의약품 혹은 화장품 등을 제조하는 업체는 해당 제품을 만들기 위해 디클로로메탄을 '혼합'하는 공정으로 분류하였다.

그리고 자동차 및 기타 부품 제조업 등의 산업체들은 산업의 특성상 디클로로메탄을 혼합하여 세척제 등의 제품을 제조한다기 보다는 디클로로메탄이 함유된 제품을 단순 취급하는 공정이라고 이해된다. 따라서 모든 산업체를 디클로로메탄 제품을 '취급'하는 산업체로 분류하였다.

㉣ 작업환경실태조사 결과 중 용도를 기준으로 디클로로메탄(제조/혼합/취급)의 쓰임을 추정

디클로로메탄을 혼합해서 세척제 등의 제품을 제조했을 것으로 추정되는

“원자재”, “용매제(solvent)”, 그리고 “희석제(thinner)” 등의 용도로 디클로로메탄 함유 제품을 사용하는 업체들을 분류해 보았다. 이 중에서 각종 제품을 제조하는 업체는 단순히 디클로로메탄이 함유된 제품을 ‘취급’하는 산업으로 분류하였다. 반면, 기타 화학제품, 무기화학제품, 도료제품 또는 유지가공, 합성수지, 석탄화합계 화합물 등을 제조하는 업체들을 중심으로 기업정보를 검토하여 세척제 등의 제품을 제조하는지를 확인해 보았다. 업체가 제조하는 제품 중에서 세척제 용도로 사용할 수 있는 제품을 생산하는 업체에 대해서는 디클로로메탄을 ‘혼합(세척)’하는 업체로 분류하였다.

○ 원자재

각종 제품을 제조하는 업체를 제외하고 ‘그 외 기타 분류 안 된 화학제품 제조업’과 ‘석탄화학계 화합물 및 기타 기초 유기화학 물질 제조업’에 해당하는 네 개의 기업정보를 검토해 보았다. 세척제를 제조하는 한 개 기업을 제외하고는 기타 제품들을 생산하기 위해 디클로로메탄을 일부 혼합하거나 단순 취급하는 것으로 유추되었다.

<표 Ⅲ-70> 원자재 용도로 디클로로메탄 함유 제품을 사용하는 업체들

표준산업분류명	표준산업분류코드	제품명	연간취급량(kg)	함유량	사용공정
그 외 기타 분류 안된 화학제품 제조업	20499	디클로로메탄	4,800	100	
그 외 기타 분류 안된 화학제품 제조업	20499	디클로로메탄	70,224	100	
석탄화학계 화합물 및 기타 기초 유기화학 물질 제조업	20119	염화메틸렌	90,000	100	성형가공
그 외 기타 분류 안된 화학제품 제조업	20499	Dichloro methane	24,000,000	100	

○ 용매제(solvent)

용매제의 용도로 디클로로메탄을 사용하는 업체들 중에서는 세척제를 생산하고 있다고 확인된 한 개 기업을 제외하고는 대부분 디클로로메탄을 단순 혼합 혹은 단순 취급하는 것으로 유추되는 표준산업으로 분류되거나 혹은 그와 같은 사용공정으로 분류되는 공정을 갖고 있는 업체로 파악되었다. 단순 혼합 및 단순 취급할 것으로 유추되는 업체의 선별 기준은 앞선 표준산업분류, 사용공정, 그리고 용도의 구분에서 사용한 것과 같았다.

○ 희석제(thinner)

희석제의 용도로 디클로로메탄을 사용하는 업체들 대부분은 단순한 취급 공정에서 해당 물질을 사용하고 있다고 추정되고 있었다. 디클로로메탄이 함유된 제품을 단순 취급할 것으로 유추되는 업체의 선별 기준은 앞선 표준산업분류, 사용공정, 그리고 용도의 구분에서 사용한 것과 같았다.

이상의 기준에 해당하지 않는 모든 표준산업분류에 해당하는 기업, 해당 사용공정에 해당하지 않는 기업, 그리고 상기한 바의 용도로 디클로로메탄을 사용하지 않은 기업들의 경우는 모두 디클로로메탄 혹은 디클로로메탄을 함유한 제품을 단순 취급하는 사업장으로 분류하여 설문대상자들을 선정하였다.

② 설문조사 결과

㉠ 응답 결과

○ 설문대상자

아래 표는 기업의 의견을 청취하기 위해 실시한 설문조사 사업장을 사업장 규모와 물질의 취급형태별로 구분한 것이다. 총 472개 사업장을 대상으로 설문조사를 실시했으며 가장 많은 비중을 차지한 사업장 규모는 10인 이상 및 50인 미만의 노동자들이 고용된 사업장이었다. 디클로로메탄을 취급하는 형태 중에서는 단순히 디클로로메탄이 함유된 제품을 취급하는 사업장으로 추정해서 분류한 사업장이 가장 많았다.

<표 Ⅲ-71> 기업의견 청취를 위해 실시한 설문조사 사업장 수

물질취급형태구분	사업장 규모별 구분					총합계
	5인미만	5인이상-10인미만	10인이상-50인미만	50인이상-100인미만	100인 이상	
취급	17	37	179	59	66	358
혼합	3	3	39	17	32	94
혼합(세척)	2	5	10	1	2	20
총합계	22	45	228	77	100	472

- 취급: 디클로로메탄이 함유된 제품을 사용하는 사업장
- 혼합: 디클로로메탄을 이용해서 다른 제품을 만드는 사업장
- 혼합(세척): 디클로로메탄을 이용해서 다른 제품을 만드는 사업장 중에서 세척 및 세정 용도의 제품을 만드는 사업장

○ 응답자 구분

아래 표는 설문에 응답한 사람들에 대한 통계를 보여주고 있다. 총 68명이 설문에 응답해 주었다. 응답율은 14.4 %였다.

설문 질문 내용에 일부 혼선을 줄 수 있는 부분이 있었다. 즉, 디클로로메탄을 취급하나 세척 및 세정용도의 제품을 생산하는 사업장과 세척 및 세정 용도의 제품을 생산하지 않고 다른 유형의 제품, 예를 들어, 화장품이나 약품과 같은 제품을 생산하는 기업들이 구분되었어야 하는데 질문 내용이 이를 구분하지 못한 오류가 있었다. 설문 중간에 인터넷을 이용한 응답자 일부가 이런 디클로로메탄을 취급하나 세척 및 세정 용도의 제품이 아닌 다른 유형의 제품을 생산하고 있다고 별도로 구분해서 응답해 주었다. '기타_취급'으로 분류된 기업은 세척 및 세정 이외의 제품을 생산하는 기업들이다. '혼합_세척'으로 구분된 기업들 중에 상당 부분의 기업들이 화장품이나 약품을 생산하는 기업들이었다. 실제 세척 및 세정 용도의 제품을 생산하는 기업은 한 개 기업이었다.

<표 Ⅲ-72> 설문 응답 기업의 분포

취급구분	빈도	퍼센트	유효 퍼센트	누적퍼센트
기타_취급	5	7.4	7.4	7.4
취급	39	57.4	57.4	64.7
해당없음	11	16.2	16.2	80.9
혼합_세척	13	19.1	19.1	100.0
합계	68	100.0	100.0	

- 기타_취급: 디클로로메탄을 취급하고 있지만 세척 및 세정 용도의 제품을 생산하지 않음
- 취급: 디클로로메탄이 함유된 제품을 사용
- 혼합_세척: 디클로로메탄을 사용해서 다른 제품을 생산

○ 제조 사업장의 디클로로메탄의 대체 가능 여부

아래 표는 디클로로메탄의 대체 가능 여부에 대한 답변의 분포를 정리한 것이다. 전반적으로 대체가 불가능하다는 의견이 응답자 중 85 %(유효 응답자 중에서)를 차지할 정도로 지배적이었다. 응답자들 대부분이 디클로로메탄이 함유된 제품으로써 약품이나 접착제와 같은 유형의 제품을 생산하는 기업이었고 각 제품을 만드는데 원료로써 디클로로메탄을 사용하고 있다고 추정되고 있다. 그러한 이유로 대체 가능성이 낮다고 응답한 것으로 보인다.

반면 공업용 세척제를 생산하는 업종에서의 응답에서는 대체재가 가능하다고 응답하고 있었다. 다만, 심층 인터뷰에서 원료의 대체로 인해 가격이 크게 상승할 수밖에 없다고 응답하였다.

<표 Ⅲ-73> 설문 응답 기업의 분포

취급형태	빈도	대체 가능 여부			전체
		무응답	가능	불가능	
기타_취급	빈도	5	0	0	5
	%	100%	0%	0%	100%
취급	빈도	25	3	11	39
	%	64%	8%	28%	100%
해당 없음	빈도	9	0	2	11
	%	82%	0%	18%	100%
혼합_세척	빈도	3	1	9	13
	%	23%	8%	69%	100%
전체	빈도	42	4	22	68
	%	62%	6%	32%	100%
	유효빈도 (%)	-	15%	85%	100%

대체품을 생산할 수 있다고 응답한 분들 중에 구체적으로 1,2-디클로로프로판이나 트리클로로에틸렌 혹은 브로모 프로판 계열의 화학물질을 사용해서 대체품이 생산될 수 있다고 응답해 주었다. 이들 물질들 역시 유해성이 높지만 MC에 대한 제한이 도입된다면 고려되는 물질들 중에 포함되어 있었다. 또한 대체품을 생산할 수 있다고 응답한 네 분 중에서 비용의 증가가 소폭이라고 응답한 사람은 한 분이었고 나머지 세 분은 대폭 비용이 증가할 것이라고 예측하고 있었다.

○ 디클로로메탄 사용 상태 구분

디클로로메탄을 취급하고 있는 사업장에서 어떤 형태로 디클로로메탄이 함유된 제품을 취급하고 있는 지를 구분하였다. 응답한 분들 중에서 가장 많은 비중을 차지하고 있었던 것은 스프레이형 제품을 사용하거나 작은 세척조를 이

용하는 경우였다.

<표 Ⅲ-74> 디클로로메탄 취급 형태 구분

취급형태	빈도	%
걸레이용	5	13.9%
스프레이	12	33.3%
작은 세척조	12	33.3%
큰 세척조	7	19.4%
합계	36	100.0%

○ 취급 사업장의 디클로로메탄 함유 제품 대체 가능성

디클로로메탄이 함유된 제품을 취급하는 형태에 따른 대체 가능성의 여부를 아래 표와 같이 구분해 보았다. 전반적으로 불가능하다고 답변한 분들이 가능하다고 답변한 분들에 비해 약 2배 정도 더 많았다.

걸레와 같은 것을 이용해서 세척을 하거나 스프레이를 이용해서 세척을 하는 작업은 작업자들에게 상당량의 노출을 야기시킬 수 있으므로 향후 이와 같은 작업은 이루어지지 않도록 제한하는 것이 필요하다고 판단된다. 다만, 세척조를 이용하는 경우는 밀폐 구조를 갖고 있기 때문에 제한적으로 사용이 가능하도록 하는 조치가 필요하다. 세척조를 이용하는 현장에서는 대체 가능성이 30 ~ 40 % 된다고 응답하고 있었다.

<표 Ⅲ-75> 디클로로메탄 취급 형태에 따른 대체 가능성

취급 형태	빈도	무응답	가능	불가능	전체
걸레이용	빈도	3	1	1	5
	%	60%	20%	20%	100%
스프레이	빈도	10	0	2	12
	%	83%	0%	17%	100%
작은 세척조	빈도	0	4	8	12
	%	0%	33%	67%	100%
큰 세척조	빈도	0	3	4	7
	%	0%	43%	57%	100%
전체	빈도	13	8	15	36
	%	36%	22%	42%	100%
	유효빈도(%)	-	35%	65%	

○ 디클로로메탄 함유 제품을 사용하지 못할 경우의 새로운 대체 방법

디클로로메탄에 대한 제한이 설정될 경우 기존 사용 방식을 대체할 수 있는 방안에 대해서 응답해 준 여덟 분의 응답 결과는 아래 표와 같았다. 절반 정도는 기존 시설에 새로운 세척제를 사용할 것이라고 응답하고 있었고 절반은 알칼리 탈지조와 같은 새로운 시설을 도입할 것이라고 응답하고 있었다.

<표 Ⅲ-76> 디클로로메탄 함유 제품을 대체할 수 있는 방안

새로운 대체 방법	빈도	%
기존 시설에 새로운 세척제 사용	4	50%
새로운 시설 도입(알칼리 탈지조 등)	4	50%
전체	8	100%

○ 디클로로메탄 함유 제품의 대체 불가능 이유

디클로로메탄이 함유된 제품을 취급해서 세척 등의 용도로 사용하는 작업현장에서 이들 제품을 대체하기 어려운 이유를 아래와 같이 응답하고 있었다. 대체제품이 없다는 이유, 즉 기존 제품의 기능을 대신할 수 있는 제품이 없다는 이유가 67 %로 가장 많았다. 그리고 고가의 투자비용에 대한 부담을 호소하고 있었다.

<표 Ⅲ-77> 디클로로메탄 함유 제품의 대체 불가능 이유

대체 불가능 이유	빈도	%
대체제품 없음	12	67%
대체시 고가의 투자 비용을 감당하기 어려움	6	33%
합계	18	100%

㉡ 심층 인터뷰 조사 결과

설문 응답 이후 심층 인터뷰가 가능하다고 응답한 대상자들 중에서 산업용 탈지제를 생산하는 한 사업장과 탈지 등의 목적으로 디클로로메탄이 함유된 제품을 사용하는 다섯 업체와 전화 인터뷰를 실시하였다. 인터뷰 내용은 아래 표와 같았다.

○ 기존 제품과 대체재에 대한 생각

전반적으로는 기존에 사용했던 TCE처럼 세척 성능이 뛰어나 디클로로메탄을 사용하고 있었고 가격 역시 저렴해서 큰 장점을 갖고 있다고 생각하고 있었다. 제품을 대체할 때 고려하는 가중 중요한 기준은 역시 성능이었고 그 다음이 가격이었다. 대체 물질의 유해성에 대한 판단은 거의 고려되지 않고 있는 현실이었으며 제품으로 생산된 이상 안전기준에 맞게 생산되었을 것이라는 막연한 믿음을 갖고 있었다.

○ 대체 방식에 대한 생각

대체 방식으로는 기존에 사용하던 제품을 변경하는 방식과 설비를 신설하는 방안이 고민되고 있었다. 제품을 변경한 경우는 제품 단가가 전반적으로 상승한다고 응답하고 있었고 기존 제품 대비 3배에서 많게는 10배 정도 까지 비싸질 수 있다고 답했다. 따라서 연간 증액된 비용은 대략 3,500만원에서 5,000만 원 정도로 예측하고 있었다.

설비를 신설할 경우 탄화수소계열의 세척제를 사용하는 설비가 있고 알칼리성 세척제를 사용하는 설비가 고려되고 있었다. 탄화수소계열의 세척제의 신설 비용은 대략 3-4억 정도가 소요되고 알칼리성 세척제의 경우는 1억 정도가 소요될 것이라고 한다. 두 가지 설비 모두 운전비용은 이전과 비슷할 것이고 온도 유지를 위해(약 100℃ 정도) 전기비가 더 지출될 것이라고 예측했다.

시설 변경을 고려하고 있는 업체들에서는 향후 메틸렌클로라이드에 대한 규제가 더 엄격해질 것이므로 시설 교체를 시도하고 있으며 초기 투자비용이 워낙 많아서 다른 방안에 대해서도(예를 들어, 디클로로메탄과 관련된 행정 업무 및 대관업무를 수행할 인력의 보강 등) 고려하고 있었다.

<표 Ⅲ-78> 디클로로메탄 함유 제품을 취급하는 사업장과의 심층 인터뷰 내용

연번	취급방법	사업장 규모	대체 기준	가격 상승 여부	연간 가격 부담	기타
1	탈지제 제조	30명 정도. 9명 정도 근무. 경쟁업체 다섯 군데…작은 업체들은 수십 군데(1-2명 일하는 사이즈). 영세 소규모 업체들은 다 합치면 100군데 미만 일 듯.	대체 가능성에서 고려하는 것은 가장 중요한 것은 용해력(기능)과 가격. 산업현장에서는 가격이 가장 중요. 독성은 후순위. 인화성을 갖고 있다. 유독물질 이다. MC는 유독물질로 분류될 예정이어서 교체를 고려하고 있다.	MC는 불연성을 갖고 있어 공정 운전상 유리한 측면이 있다. 대체재는 MC 보다는 능력이 부족하다. 1,2DCP와 혼합해서 대체품을 만들고 있다. 원료 수급 자체가 늘 불안하다. 100 % 대체는 어렵다. 원료의 가격이 MC 대비 30배 정도 된다. 제품의 가격으로 기존 제품의 다섯배 정도 상승하게 된다.	연간 3-5억 정도, 제품 가격에 반영되도록 노려하겠으나 시장 상황을 봐야한다.	TCE가 제한 물질이지만 몰래 사용하는 곳 많다. 50평 100 평정도 되는 규모의 공장에서 밀폐된 현장에서 안전장구도 제대로 갖춰지지 않은 상태로 TCE 제조하는 곳 여전히 많다.
2	자동차 부품을 mc가 담긴 서스재질 세척통에. 플라스틱 박스에 담아서 건져 내는 방식으로 취급	자동차 공조와 배기를 생산하는 업체. 경쟁업체 10여 곳. (안성.평택 기준)	세척력. 가격. 독성에 대한 고려는 별로 하지 않는다. 제품이 안전기준을 만족하고 만들어졌을 것이라 믿는다.	한 드럼당 50만 원 정도 상상한다. 기존 제품 대비 3배정도 상승한다. 세척력은 좋다. 비슷하다.	일 년에 3500만원 정도 더 소요가 된다.	프레스 가공 쪽에도 이런 유형의 사용 형태가 많을 것이다. 공장 내부에서 작업하지 않고 외주로 줄 경우는 월에 500 만 원 정도 지출된다.
3	자동차부품, 볼트를 바스켓에 담가서 세척.		세척력이 가장 중요한 고려 기준이다.	8-10배 차이가 난다.	4천-5천만원 정도.	설비를 교체하지 않고 인원이 서류 작성이라던지 교육이라던지 대관업무 대응 등

연번	취급방법	사업장 규모	대체 기준	가격 상승 여부	연간 가격 부담	기타
						을 하는 형태도 대응할 수도 있다. 서류작성에도 금액이 증가. 1회성으로 문서작업 대행이 천만원 정도 든다.
			기존에 TEC를 사용하다가 MC로 바꿨다. TCE가 유해물질로 지정이 되는 관계로 MC로 바꾸게 되었었다.		설비비용은 탄화수소계 대체재를 사용하는 기계일 경우 3-4억 정도. 약품은 1.5배 정도 소요된다.	
					알카리 탈지는 1억 정도. 알카리 약품 비용은 증가하지 않을 것. 그러나 당사는 수계배출이 안되는 지역이라 알카리 탈지는 어렵다. 경쟁 업체에서는 알카리 탈지 변경 업체가 반정도 된다고 알고 있다.	

연번	취급방법	사업장 규모	대체 기준	가격 상승 여부	연간 가격 부담	기타
4	기존에 초음파 세척기에 mc 포함된 자동세척. 금형 청소. 소형 금형. 자동차 커넥터 부품. 새로운 세정제로 교체 테스트 해봐야 할 거고 . 안되면 탈지조와 같은 설비로 바꿔야 할 것이다	200명 정도 근무.	세척력. 가격이 중요한 고려대상이다. 대체는 회사 자체로 함부로 바꿀 수 있는 것은 아니다. 상대 회사의 보건쪽과 상의하면서 대체를 고려하게 된다.	대체품 가격은 아직 알아보지 않았다.	아직 비용 산정은 해보지 않았다. 규제가 들어오면 그 때는 어쩔 수 없이 바꿔야 할 거다. 설비는 2대 보유하고 있다.	
5	세척제는 자동 세척기로 호스 안쪽의 남아 있는 찌꺼지들을 세척하는 용도로 취급하고 있다. 폐기통에 모인 것들은 비닐봉에 담아서 지정 폐기물로 폐기한다.	90명 정도. MC사용파트는 2명 정도.	납품업체가 와서 다른 물건을 알아봐달라 했는데 mc가 세척력이 최고라서 대체할만한 것이 별로 없다. 디클롤로메탄이 가장 저렴한데 세척력이 좋아서 대체하기가 어렵다.	드럼으로 들어오는 약품을 사용하는 방식이므로 약품만 변경하면 된다. 약품 단가만 반영될 것이다. 그러나 대체재에 대한 가격은 알아본 적이 없다.	정부에서 제한 한다면 법을 따라갈 예정이다.	
6	자동차용 볼트 세척	35명. 경기도 권	탄화수소 계열(N 클린 3000)	설비 교체 비용이 몇 억 들었을	다른 비슷한 업종에서	

연번	취급방법	사업장 규모	대체 기준	가격 상승 여부	연간 가격 부담	기타
	용. 탈지.	에 한두 개.	사용 중이다. 교체계기는 환경 쪽에 문제가 되서. 유해화학물질관리법 관련으로 문제가 되고 있어서 교체했다.	거다. 대체 용액의 사용량은 적은데 … 가격은 2배 정도이다. 사용량은 적은 편… 그렇다면 운영비용은 비슷할 것이다. 사용된 용액을 정제해서 회수해서 사용할 수 있게 설계되어 있다. 끓는점도 높아서 100 도로 운전된다. 운전비용이 조금 들것이다. 전기료가 상승..	옮겨가는 과정이다.	

③ 제한 조치 적용으로 인해 발생하는 비용의 추계

설문조사와 심층 인터뷰 내용을 토대로 제한 조치가 적용될 경우에 발생될 수 있는 추가적인 비용을 추계해 보았다. 이 때, 디클로로메탄을 이용해 제품을 제조하는 사업장에서 발생될 비용은 추계하지 않았다. 인터뷰에서 확인한 바와 같이 새로운 대체재의 단가가 다섯 배 정도 상승한다고 하더라도 이 비용은 제품을 사용하는 소비자에게 전가될 것이기 때문이다. 따라서 소비자에게서 발생하는 비용만을 추계하였다.

제한 조치가 적용될 경우, 디클로로메탄이 함유된 제품을 세척 및 세정의 용도로 사용하는 사업장에서는 각 기업의 사정에 따라 세척액을 교체하거나 새로운 설비를 들여 세척 방식을 변경할 것이라고 응답하였다. 그러나 세척액을 교체하는 것에 비해 새로운 설비를 들이는 것은 초기 투자비용이 3억 정도로 상당히 높기 때문에 대부분 투자를 매우 신중하게 생각하고 있었다. 따라서 사업장의 규모에 따라 대체 방식이 달라질 것으로 전망된다.

추가 발생 비용을 추계함에 있어 본 연구에서는 다음과 같은 기준을 적용하였다. 소규모 사업장의 경우, 새로운 설비를 들이는 것보다는 원료 자체를 변경해서 새로운 성분의 세척액을 사용하는 것으로 가정하였다. 이 때, 5인 미만의 사업장 및 5인 이상에서 10인 미만의 사업장에 대해서는 설문에서 조사된 비용 중 가장 적은 비용인 3천 5백만 원과 가장 큰 비용인 5천만 원을 각각 적용시켜서 최소값과 최대값을 계산하였다. 고용 규모가 그보다 큰 사업장은 새로운 설비를 투자할 것이라고 가정하였다. 이 경우에는 10인 이상 100인 미만의 사업장은 설비 가격이 보다 저렴한 알칼리 탈지조를 설치할 것이라고 가정하였으며 인터뷰에서 얻어진 정보를 바탕으로 1억의 설비 투자비용을 적용시켰다. 그보다 규모가 큰 사업장의 경우는 탄화수소계열의 세척액을 사용하는 설비 투자비용인 3억을 적용시켰다. 마지막으로 새로운 설비를 투자한 경우, 이미 설비 투자가 이루어진 곳이 있으므로 새로운 설비 투자 비율을 50 %를 가정하여 적용하였다.

아래 표는 2019년에 수행된 작업환경실태조사의 실제 조사 대상 사업장의 수를 집계한 것이다. 5인 미만 사업장의 경우는 전수 조사 사업장과 표본 조사 사업장으로 나누어져 있다. 전체 조사 대상 사업장 대비 실제 조사가 이루어진 사업장의 비율은 14 %이다. 따라서 실제 사업장의 수를 역으로 계산하여 비용 추계 대상 사업장의 수에 반영하였다. 5인 이상 사업장의 경우는 전수조사 대상이므로 실태조사에서 파악된 사업장 수를 그대로 반영하여 계산하였다.

<표 Ⅲ-79> 2019년 작업환경실태조사에서 계획된 사업장 규모별 대상 사업장 수 (산업안전보건연구원, 2020)

구 분		모집단 규모	목표조사 규모	비 고
계		1,048,622 개소	180,000 개소	17.2%
제조업	5인 이상	141,151 개소	141,151 개소	전수 조사
	5인 미만	16,462 개소	16,462 개소	전수 조사(9개 업종)
		196,463 개소	12,387 개소	표본 조사(6.3%)
비제조업		694,546 개소	10,000 개소	표적표본조사(1.44%)

- 5인 미만 제조업 전수조사 대상업종(9): ①섬유제품제조업(13), ②가죽,가방 및 신발 제조업(15), ③코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업(19), ④화학물질 및 화학제품 제조업;의약품 제외(20), ⑤고무 및 플라스틱 제조업(22), ⑥금속 가공제품 제조업(25), ⑦전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(26), ⑧의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업(27), ⑨전기장비 제조업(28)

아래 표는 설문조사와 인터뷰 내용을 바탕으로 설정된 가정을 적용하여 추계한 추가 비용을 정리한 것이다. 사업장 규모별로 대체 방법을 달리 적용하였고 그에 따라 소요되는 비용도 차별적으로 적용하여 최종 추가 비용을 추계하였다. 디클로로메탄이 함유된 세척제 혹은 세정제의 용도로 사용되는 제품에서의 디클로로메탄 함량을 0.1 % 미만으로 제한할 경우 예상되는 산업계에서의 총 비용은 최대 약 297억 정도로 추계되었다.

<표 Ⅲ-80> 디클로로메탄 제한으로 인해 예상되는 투자 비용

대체 방법	사업장 수*		소요비용	
			최소	최대
세척액 교체†	5인 미만**	5인 이상~10인 미만	₩35,000,000 (e)	₩50,000,000 (f)
	121 (a)	37 (b)	₩5,545,000,000 (①=(a+b)×e)	₩7,921,428,571 (②=(a+b)×f)
설비 신설‡	10인 이상~100인 미만	100인 이상	₩100,000,000 (g)	₩300,000,000 (h)
	238 (c)	66 (d)	₩11,900,000,000 (③=c×g×0.5)	₩9,900,000,000 (④=d×h×0.5)
합계***			₩27,345,000,000 (①+③+④)	₩29,721,428,571 (②+③+④)

†세척액 교체에 소요되는 추가 비용은 인터뷰 결과를 반영하여 최소값과 최대값에 대해 각각 산출함. (예: 최소값 = (5인 미만 사업장 수 + 5인~10인 미만 사업장수)×최소비용 (35,000,000) = 5,545,000,000)

‡설비 신설의 경우, 인터뷰에서 확인된 바, 일부 업체에서는 이미 새로운 설비를 들여서 운전을 하고 있었고 내년에 적용될 규제에 대응해서 설비 신설을 고려하고 있었음. 동종 업종에서 대부분 비슷한 상황이라고 함. 따라서 설비 신설의 비율을 50 %만 적용함. 또한 10인 이상 ~ 100인 미만의 경우 신설 시설비용으로 1억을(알칼리 탈지조) 그리고 100인 이상의 사업장에서는 신설 시설비용으로 3억을(탄화수소 계열 탈지조) 적용함.

*사업장수는 작업환경실태조사 결과를 반영하여 산출함.

**5인 미만 사업장의 경우, 작업환경실태조사에서 조사된 비율이 14 %정도임. 따라서 이 비율을 역으로 계산하여 100 %일 경우의 사업장수를 환산하여 적용함.

*** 합계금액의 최소는 세척액 교체비용의 최소금액과 신설 설비비용 전체를 더한 값이고 합계금액의 최대는 세척액 교체비용의 최대금액과 신설 설비비용 전체를 더한 값임

④ 비용/편익 분석

앞서 디클로로메탄의 제한 내용을 적용했을 경우 발생할 수 있는 건강편익이 연간 ₩2,755,589,201일 것이라 계산하였다. 기존 연구에서 보고된 산재 보고

율을 보정하더라도 추정 편익은 ₩4,245,833,718 원 정도로 추계되었다. 반면 해당 제한이 적용될 경우, 산업계에서 발생될 수 있는 추가 비용은 연간 최대 ₩29,721,428,571 원으로 추정되었다. 산술적으로 계산하더라도 편익이 비용에 비해 14.3 %에 그치고 있어 구체적인 비용/편익 분석을 수행할 필요가 없을 정도로 차이가 크게 발생하고 있다.

그러나 디클로로메탄은 환경부에 의해 2019년 10월에 유독물질로 지정되면서 관련 시설과 인력을 갖춰야 해서 제한 제도로 인해 발생하는 추가부담이라고 볼 수 없다. 즉, 이 유독물로 지정됨에 따라 “신규로 지정된 유독물질을 제조, 판매, 보관·저장, 운반 또는 사용하고 있는 자로서 화관법 제28조에 따라 유해화학물질 영업허가를 받아야 하는 자는 이 고시 시행일로부터 2년 이내에 같은 법 제28조에 따른 시설·장비 및 기술인력 등의 요건을 갖추어 허가를 받아야 한다.” 또한 신규로 지정된 유해화학물질을 취급하는 자로서 이 고시 시행 전에 유해화학물질 취급시설을 설치하여 운영하는 자는 이 고시 시행일로부터 1년 이내에 화관법 시행규칙 별표1의 기준(유해화학물질의 취급기준)과 이 고시 시행일로부터 4년 이내에 화관법 시행규칙 별표5의 기준(유해화학물질 취급시설 설치 및 관리 기준)에 적합하도록 하여야 한다. 따라서 디클로로메탄을 제조하거나 사용하는 사업장에서는 관련 시설을 갖추어야 하는데 예를 들면, 유해화학물질을 계량하고 공정에 투입할 때 증기가 발생하는 경우에는 해당 증기를 포집하기 위한 국소배기장치를 설치하고, 작업 시 상시 가동해야 한다. 그리고 유해화학물질이 발생하는 반응, 추출, 교반(휘저어 섞음), 혼합, 분쇄, 선별, 여과, 탈수, 건조 등의 공정은 밀폐 또는 격리된 상태로 이루어지도록 해야 한다. 물론, 유해화학물질을 취급하는 경우 법 제14조제2항에 따른 개인보호장구를 착용해야 한다. 좀 더 구체적으로는 제조·사용시설의 경우 유해화학물질 중독이나 질식 등의 피해를 예방할 수 있도록 환기설비를 설치해야 한다. 그리고 환경보호를 위해 차단시설과 집수시설을 설치해야 한다. 보관시설의 경우에는 액체나 기체 상태의 유해화학물질은 누출·유출 여부를 조기에 인지할 수

있도록 검지・경보설비를 설치하고, 해당 물질의 확산을 방지하기 위한 긴급차단설비를 설치해야 한다.

이처럼 디클로로메탄이 환경부에 의해 유독물질로 지정되면서 이를 제조 및 사용하는 사업장들은 밀폐구조, 환기설비, 검지・경보설비, 그리고 차단시설 등을 갖추어야 한다. 세정 및 세척 혹은 탈지를 위해 디클로로메탄을 작은 용기에 덜어서 간단하게 사용하는 경우는 대체재를 이용하는 방식으로 전환할 가능성이 높을 것으로 예측된다. 설비를 이용하는 경우도 마찬가지로 인터뷰에서 응답했던 것처럼 새로운 탈지조 혹은 세척조를 설비해서 기존의 공정을 변경할 가능성이 높을 것으로 예측된다. 따라서 제한 제도의 시행과는 별개로 유독물질 지정으로 인해 대체재를 사용하거나 새로운 시설을 갖추게 되는 것이므로 제한 제도에 의한 추가적인 비용이라고 볼 수 없다고 판단된다. 결국, 비용 편익의 평가에서 디클로로메탄의 용도 제한으로 인한 편익은 명백하겠지만 제한 도입으로 인한 비용의 발생은 유독물 지정으로 인한 시설 투자에 의해 선행되는 것이므로 편익이 더 크다고 추정하는 것이 합리적이라고 판단된다.

(6) 특정 산업용 제품에서의 디클로로메탄 사용 제한을 위한 제안

유럽에서는 그간의 피해 상황을 검토하면서 페인트 제거제로 사용되는 용도에서 디클로로메탄의 함량을 0.1 % 미만으로 제한하도록 규제하고 있다. 아직 디클로로메탄에 대한 제한이 없는 우리나라의 경우는 페인트 제거제로 사용되는 경우를 포함하여 세척 및 세정의 용도로 사용되면서 여러 건의 재해가 발생해 왔다. 따라서 페인트 제거제로써의 용도를 포함하여 세척 및 세정의 용도로써 사용되는 제품에서의 함량 규제(0.1 %)를 제한의 내용으로 구성할 것을 제안하였다.

그런데 이러한 제한이 제안되었을 경우 예상되는 건강 예방에 의한 편익이

사업주들의 시설 및 공정 운영 방식의 변경에서 오는 추가 비용의 추계보다 현저히 적게 계산되었다. 그러나 환경부가 2019년에 디클로로메탄을 유독물로 지정하면서 그에 필요한 시설을 갖추어야 할 의무가 발생되어 실제로는 제한의 도입과는 별개로 새로운 법적용에 맞는 관리시설의 투자가 이루어져야 하므로 제한제도의 적용으로 인한 비용 발생은 예상보다 훨씬 적을 것으로 예측된다.

그럼에도 불구하고 디클로로메탄이 함유된 세척제 등을 사용하는 설비를 다루면서 발생한 재해가 최근까지도 빈발하고 있고 심지어 사고사망자가 발생하고 있는 현실을 직시할 필요가 있다. 따라서 유독물 지정으로 인해 디클로로메탄을 사용하는 공정에서 관련 시설 및 인력을 갖추게 되겠지만 페인트 제거제 및 세척/세정제 용도로 사용되는 산업현장에서만큼은 제한 조치를 실시할 필요성이 여전히 유효하다고 판단된다.

추가적으로 디클로로메탄에 대한 제한 조건을 적용함에 있어서 다음의 유예조건을 고려할 수 있을 것으로 판단된다. 즉, 유독물로 지정되어 사업주들이 관련 시설을 갖추어야 하는 단계이기 때문에 유럽의 제한 사례에서처럼 세척 및 세정의 용도로 사용되는 경우라고 하더라도 산업용 용도의 경우, 사업주가 디클로로메탄에 대한 관리 능력이 입증된다면 이를 사용할 수 있는 예외조항을 둘 수 있도록 하는 것이다. 예를 들면, 디클로로메탄이 취급되는 모든 작업 공정 구역에 효과적인 환기를 실시할 것, 세척용 탱크와 같은 설비에는 국소배기장치를 설치하고 해당 지역에 강압 환기를 보완하여 노출을 최소화하고, 더불어 탱크와 같은 설비에는 뚜껑을 설치해서 증발을 최소화하고 그에 적합한 주입 및 배출 설비를 갖추도록 하고, 잔류 솔벤트를 제거하기 위해서는 물이나 소금물로 씻어내도록 하고, 인증된 자격을 갖춘 자만 이를 취급할 수 있도록 하고, 디클로로메탄을 취급하는 노동자들에 대한 교육/훈련 및 개인보호구가 제공될 수 있도록 하는 등의 조치가 완료된 후에만 사용할 수 있도록 하는 예외조항을 두는 것이다. 이는 유독물 지정으로 인한 시설 조건과도 일치하는 측면이 있지만 디클로로메탄을 취급하거나 관련 시설을 다루어야 하는 노동자들

에게 인증된 자격요건을 갖추도록 하고 교육 및 훈련 등을 받았는지를 추가로 확인할 수 있도록 좀 더 강화된 예외조항을 두는 것이므로 중복규제에 대한 논란에서 벗어날 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 디클로로메탄에 대한 제한 조치를 실시하는 것을 제안함과 동시에 그것을 실현시키기 위한 정부의 지원정책을 병행하는 방식을 제안한다. 왜냐하면, 사고는 유해물질에 대한 관리 능력이 상대적으로 낮은 소규모 영세 사업장에서 빈발하기 때문이다. 대부분 영세 사업장에서 사고 및 재해가 발생하기 때문에 사업주 능력에만 온전히 맡겨두어서는 문제 해결이 쉽지 않다. 영세 사업장에서는 규제 대응에 필요한 투자비를 감당하기 어려울 수 있기 때문이다.

따라서 디클로로메탄에 대한 제한을 제안함과 동시에 제한의 적용이 소규모 영세사업장에서도 현실적이고 효과적으로 작동할 수 있는 정책적 지원을 병행할 필요가 있다는 것이다. 예를 들어, 설문 응답자들이 답했던 것처럼 대체재를 찾거나 새로운 설비를 갖추는 것이 새로운 제한에 대응하는 방식일 텐데 이 경우 안전하면서도 기존의 세척제와 기능과 가격적인 측면에서도 경쟁이 가능한 세척제를 개발하거나 혹은 효과적이고도 저렴한 세척기를 개발 및 보급하는데 정부의 적극적인 지원이 필요하다. 이와 같은 정부의 정책적 지원을 제한 제도와 연계할 수 있다면 제한의 적용이 최대한의 효과를 달성할 수 있을 것으로 전망된다.

이상의 정황을 고려할 때, 디클로로메탄에 대한 제한을 당장 제안하기 보다는 제한에 대응할 수 있는 기술적 대안이 현실화될 수 있도록 준비하는 기간을 거치는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 예를 들어, 클린 3D 사업을 통해 시설투자비를 지원해줄 수 있는 방안을 고려할 수도 있을 것이고 디클로로메탄이 함유된 제품과 유사한 성능을 갖고 있으면서도 가격 경쟁력이 있는 제품을 개발하는 기술적 지원을 고려할 수도 있을 것이다. 이런 지원들이 현실화되는 시점에서 디클로로메탄에 대한 제한을 본격적으로 제안하는 것이 가장 현실적인

방안이라고 판단된다.

(7) 디클로로메탄의 사용 제한을 위한 제안 보고서의 제한점

설문조사 대상이 정확하게 특정되지 못한 한계가 있다. 환경부에 등록된 자료를 협조 받지 못했기 때문에 작업환경실태조사 자료를 기반으로 디클로로메탄을 이용해 세척제 용도의 제품을 생산하는 업체와 해당 제품을 세척의 용도로 사용하는 업체를 선정함에 있어 관련성이 높을 것이라고 추측되는 연구진의 내부 기준을 적용해서 설문조사 대상 사업장을 선정하였기 때문에 해당 업체들이 설문에 적합한 정확한 대상인지의 여부는 분명하지 않다. 다만, 활용할 수 있는 자료를 이용해 최대한 합리적인 논리를 적용했음은 분명하다.

설문조사 수거율이 14.4 %로써 낮은 편이다. 그리고 인터뷰 대상자도 6명으로써 적은 편이다. 그러나 코로나 19 영향으로 인해 현장의 사업장에 직접적으로 연락하고 인터뷰를 할 수 없었던 상황에서는 우편 및 인터넷을 이용한 설문과 이후의 전화 인터뷰가 연구진이 할 수 있었던 최선이었다.

산업계의 비용 추계를 함에 있어서 임의적인 가정을 적용하였다. 설문과 인터뷰 대상이 적은 관계로 주어진 정보 내에서 연구진이 내부적으로 설정한 가정을 적용할 수밖에 없었다. 특히, 비용 산정에 있어 사업장 규모별로 대체재를 선택하거나 새로운 설비를 설치할 것이라는 가정 및 그에 대한 비율이 임의적인 한계가 있었다. 또한 산업계에서 응답한 인터뷰 내용 역시 정확한 비용을 추정하는 데 과대평가 가능성이 있어 일정의 한계가 있었던 것도 분명하다. 예를 들어, 디클로로메탄을 사용하면서 폐기물 처리에 소요되는 비용을 산정하지 않는다던지 혹은 향후 새로운 세척제가 많이 보급될수록 가격이 초기에 비해 상당히 안정화될 수 있는 가능성이 있다. 세척액 역시 새롭게 개발된 것들이 다량으로 보급되면 가격이 안정화될 가능성이 높다. 앞서 유럽에서 디클로로메

탄에 대한 제한을 적용함에 있어 시장조사에서 확인한 바와 같이, 업계에서는 디클로로메탄이 함유되어 있지 않은 대체재를 사용하면서 초기 시설 투자비용이 발생했지만 전반적인 운영비용은 이전에 비해 약 35 % 정도 절감되었다고 보고한 바가 있다. 더불어 디클로로메탄이 함유된 페인트에 대한 제한이 시작되면 다른 솔벤트에 대한 수요가 늘어나게 되는 것은 당연해서 새로운 시장과 사업이 만들어지는 효과도 발생하게 될 것으로 전망된다.

Ⅳ. 결론

고용노동부의 산안법 내에 제한 제도를 별도로 운영하는 것은 현실적인 측면에서 필요성을 찾을 수 있다. 제한 등의 추가적인 조치가 필요하다고 판단할 수 있는 정보원으로써 물질에 대한 등록정보가 가장 유용한데 화평법을 통해 산업현장에서 사용되는 물질들에 대한 등록이 제대로 안착되기 까지는 앞으로도 상당한 시일이 소요될 것이다. 더구나 환경부가 제안하고 있는 제한 대상 물질은 대부분 일반 소비자들을 대상으로 하고 있어 정작 유해화학물질을 취급하는 생산의 일선에서 그것과 관련된 재해가 빈발하는 노동자들에 대해서는 고려되는 부분이 상대적으로 적다. 노동 현장에 대해 가장 많은 정보를 갖고 있으면서 직접적인 행정력을 발휘할 수 있는 고용노동부의 역할이 중요하게 발휘되어야만 특정 물질로 인해 유발될 수 있는 건강피해가 현실적으로 통제될 수 있을 것이다. 따라서 산안법 내의 별도의 제한 제도 운영에 대한 필요성은 현실적인 측면에서 유효하다.

그럼에도 화평법에 내재되어 있는 제한제도를 산안법 내에 별도로 운영하는 것은 중복 규제 가능성 때문에 부담스러운 것이 사실이다. 따라서 본 연구에서는 산안법 내 유해물질에 대한 제한의 현실화가 가능한 방안에 대해 다각적으로 검토해서 현실적이고 효과적인 방안을 제시했다. 첫 번째로 제안할 수 있는 방안은 현재 산안법 내에 운영되고 있는 금지물질에 대한 규정을 최대한 활용하는 것이다. 산안법 내에서 금지물질 대상이 되고 있는 물질들의 목록을 검토한 결과 물질 자체를 금지하는 것보다는 물질의 용도에 대한 제한의 성격을 갖는 물질들이 다수 포함되어 있었다. 예를 들면, 황린 성냥이나 벤젠 고무풀(5 % 함량제한), 그리고 백연을 포함한 페인트(2 % 함량제함)가 그와 같은 성격을 갖는 대표적인 물질들이다. 따라서 앞으로도 특정 용도에서 관리하기 어려운 위험이 예상되는 물질에 대해서는 제한의 성격을 고려한 금지물질 목록을

추가하는 것이 가능하다는 판단이다. 이 경우는 별도의 법안을 신설함이 없이 기존의 법안 내용을 충실히 살리는 방안이므로 법률의 제개정에 대한 부담이 없다.

이외에도 2018년 연구에서 제안된 바와 같이 별도의 제한 내용을 담은 법안을 신설하는 방안도 가능하다. 그러나 이 경우는 법률 제정의 부담과 이중 규제라는 견제가 예상된다. 따라서 제한 성격을 고려한 금지물질 목록의 추가적인 등재가 현실적으로 받아들여질 수 있는 가능성이 가장 높은 방안이라고 판단하였다.

제한 제도가 만들어진다고 하더라도 이 제도가 원활하게 작동하기 위해서는 관련된 시스템이 갖추어져야 한다. 예를 들어, 관리되기 어려운 위험이 어떤 물질 때문에, 어떤 제품에서, 어떤 용도에서, 그리고 어떤 환경에서 발생될 수 있는지를 파악할 수 있어야 한다. 이를 위해 REACH 등에서는 물질의 등록 자료를 철저히 점검하게 된다. 물질의 등록 자료에 물질의 용도와 노출 시나리오 및 그에 따른 노출평가, 그리고 최종적인 위험성 평가가 반영되어 있기 때문이다. 국내에는 아직 이와 같은 물질등록 절차가 안정적으로 자리 잡지 못해서 당분간은 등록 자료를 기반으로 한 제한 검토 대상 물질의 파악이 어려울 것이다.

다행히 고용노동부에는 작업환경측정제도, 작업환경실태조사 제도, 그리고 재해자에 대한 통계 자료가 있어 특정 물질에서 비롯될 수 있는 위험을 일정 부분 파악할 수 있는 여지가 있다. 본 연구에서 이상의 자료들이 제한 제도 운영에 있어 유효하게 활용될 수 있는지를 검토해 보았다.

작업환경측정제도와 실태조사는 유구한 역사와 관련되어 있는 탄탄한 인프라를 갖추고 있으므로 잘 활용된다면 유용한 정보를 얻어낼 수 있는 장점이 있다. 그러나 정보의 신뢰성과 대표성에 대해서 오랫동안 논의가 진행되어 왔고 특히나 법적으로 지정된 물질에만 한정되어 정보가 제공되는 단점이 분명하다. 따라서 기존 규제 대상물질에 대해서만 일정의 한계를 갖는 데이터를 제공해줄

수 있는 특성이 있어 제한 제도에 충분히 활용하기는 힘들다. 향후, 작업환경측정이나 작업환경실태조사에서 조사되는 항목들에 대해서 노출 및 용도에 대한 맥락적인 정보가 보강된다면 현재 데이터의 한계를 극복하면서 제한 제도에 어느 정도 활용 가능하다고 판단되었다.

재해자 통계 역시 해당 정보를 파악하고 기록하는 주체에 따라서 정보의 편차가 심해서 어느 것이 정확한 정보인지 확신하기 어려운 상태이다. 향후, 물질명, 용도, 그리고 공정 등이 표준화되고 사고 기록에 대한 양식도 표준화되어야만 제한 제도 운영에 제대로 활용될 수 있다고 판단되었다.

결과적으로 기존 규제 대상 물질의 경우 작업환경측정제도, 작업환경실태조사 자료, 그리고 직업병 인정 사례 등의 자료를 통해서 제한 내용 제안에 필요한 일정의 정보를 활용할 여지가 있다. 그러나 정확한 위험성 평가를 수행하기 위해서는 공정, 용도, 그리고 노출과 관련된 맥락적 정보들이 파악될 수 있는 표준화된 체계가 만들어져야 한다. 기존 규제 대상이 아니었던 물질은 고용노동부가 보유한 정보체계로는 위험을 파악하기 어렵다. 따라서 국내외의 제한 물질 리스트 중에서 국내 상황을 고려해 추출된 우선 고려 대상 물질들을 중심으로 제한이 필요한 상황인지에 대한 점검을 우선적으로 실행할 필요가 있다.

그렇게 우선순위가 높은 물질들 중에서 디클로로메탄은 지금까지 국내에서 세척제 등의 용도의 제품을 사용하는 과정에서 다수의 재해자들을 발생시켜왔다. 유럽과 미국 등지에서는 이미 페인트 제거제로써 사용되는 제품에 디클로로메탄을 사용되지 못하도록 규제하거나 혹은 그것의 함량이 0.1 %를 넘지 못하도록 제한하고 있다. 그러나 국내에는 아직 유사한 내용을 갖는 규제가 없는 것이 현실이다.

본 연구에서는 국내에도 이 같은 내용의 제한 조치가 필요한지를 검토하였다. 국내에서 발생한 재해를 검토하면서 이와 같은 재해를 예방하면서 발생할 수 있는 효과를 계산하였고 세척제 등의 용도로써 사용되는 제품에서 0.1 %의 함량제한을 적용할 경우 예상되는 산업계에서의 추가 비용을 추계해 보았다.

그 결과 추가되는 비용에 비해 예방되는 효과와 관련된 비용이 현저히 적었다. 그러나 2019년 10월부로 환경부로부터 디클로로메탄이 유독물로 지정되면서 사업주가 안전한 취급을 위한 관련 시설과 인력을 갖춰야 하는 의무가 발생하므로 이를 제한 제도로 인해 발생하는 추가부담이라고 볼 수는 없다. 유독물 지정으로 인해 디클로로메탄을 사용하는 공정에서 관련 시설 및 인력을 갖추게 되겠지만 페인트 제거제 및 세척/세정제 용도로 사용되는 산업현장에서 최근까지도 사망사고를 포함한 재해가 빈발하고 있고 이와 같은 재해는 소규모 영세사업장에서 빈발하기 때문에 이를 제한하기 위한 조치의 필요성은 여전히 유효하다고 판단되었다. 다만, 이와 같은 제한 조치를 현실화시키기 위해서는 안전하면서도 가격경쟁력이 있는 세척제를 개발하거나 혹은 기능이 좋고 저렴한 세척기를 개발 및 보급하는 정부의 노력이 적극적으로 개입되어야 한다. 따라서 관련된 지원을 현실화될 수 있도록 준비하는 기간을 갖은 후 디클로로메탄에 대한 제한을 제안하는 것이 가장 합리적인 방안이라고 제안한다.

참고문헌

김신범; 김원; 최인자; 김만명; 송민경; 고일원; 강태선 산업용 화학제품 관리를 위한 기반 구축; 산업안전보건연구원: 2018.

김원; 김신범; 조준희; 최인자; 이윤근 산업용 화학제품 관리를 위한 유해물질 제한에 관한 연구; 산업안전보건연구원: 2019.

김형아; 임현우; 정혜선; 김형렬 화학물질 노출기준 개정 연구 (트리클로로에틸렌); 산업안전보건연구원: 2006.

노재훈; 김광종; 원종욱; 이은일; 이진헌; 김치년 신규 제조허가 및 금지대상 물질선정에 관한 연구; 산업안전보건연구원: 2002.

독립행정법인 노동자건강안전기구 에히메 산업보건종합지원센터 化學ｲ質"ﾌ法規制-4 製造等"ﾌ禁止 (화학 물질의 규제 - 4 제조 등의 금지).

신영철; 김정수; 고도현; 권선희; 이규명; 김선형; 이상직; 박시용 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 기반 구축(Ⅲ); 국립환경과학원,: 2019.

이윤근, 노동환경건강연구소 20년 평가와 향후 발전 계획. 노동환경건강연구소: 2020.

임종한; 장성실; 김성아; 문재동; 채창호; 홍윤철; 김수영; 김진석; 김영욱; 한상환, 우리나라 지역 직업성질환 감시체계의 현황과 전망. 대한직업환경의학회지 2001, 13 (2), 101-115.

한국소비자원, 표면오염제거제 안전실태조사. 안전감시국 제품안전팀, Ed. 2018.

Ahrens, A., The Nordic Product Registers and the future REACH substance database: Comparison of the registration systems and options for future developments. Nordic Council of Ministers: 2007.

Environmental Protection Agency An Illustrative Example of a CSR. Part 1: Introductory Note with advice on preparing your chemical safety report. https://echa.europa.eu/documents/10162/13632/csr_example_introduction_part1_en.pdf/285beda2-088a-467b-a3cf-6fd70f0a8f12 (accessed August 11).

Environmental Protection Agency EPA Announces Action on Methylene Chloride. https://archive.epa.gov/epa/newsreleases/epa-announces-action-methylene-chloride.html (accessed March 4).

Environmental Protection Agency EPA Bans All Retail Distribution of Methylene Chloride to Consumers for Paint and Coating Removal. https://www.epa.gov/newsreleases/epa-bans-all-retail-distribution-methylene-chloride-consumers-paint-and-coating-removal (accessed March 4).

European Centre for Exotoxicology and Toxicology of Chemicals ECETOC TRA version 3: Background and Rationale for the Improvements; Brussels, July 2012.

European Chemical Agency Forum enforcement projects. https://echa.europa.eu/about-us/who-we-are/enforcement-forum/forum-enforcement-projects (accessed March 18).

European Chemical Agency, ANNEX XVII TO REACH - Conditions of restriction. In Entry 59, European Chemical Agency, Ed. FI-00121 Helsinki, Finland, Vol. EC No 200-838-9.

European Chemical Agency, Cost and benefit assessments in the REACH

restriction dossiers. Helsinki, Finland, 2016.

European Chemical Agency, How to prepare registration and PPORD dossiers. ECHA,: Helsinki, Finland, 2019.

European Chemicals Agency, Exposure Scenarios for the Semiconductor Industry Examples. European Chemicals Agency,: 2010.

European Chemicals Agency, FORUM REF-4 PROJECT REPORT. Harmonised Enforcement Project on Restrictions. European Chemicals Agency,: 2018.

European Chemicals Agency, Guide on Safety data sheets and Exposure scenarios. European Chemicals Agency,: 2018.

European Chemicals Agency, Harmonised Enforcement Project REF-5 on extended safety data sheets, exposure scenarios, risk management measures and operational conditions. European Chemicals Agency,: 2018.

European Chemicals Agency, How downstream users can handle exposure scenarios. European Chemicals Agency,: 2016.

European Commission Scientific Committees OPINION ON TNO REPORT "METHYLENE CHLORIDE: ADVANTAGES AND DRAWBACKS OF POSSIBLE MARKET RESTRICTIONS IN THE EU". https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/environmental_risks/opinions/sctee/sct_out69_en.htm (accessed May 18).

Expert Team for Vapour Retarding Additives Effectiveness of vapour retardants in reducing risks to human health from paint strippers containing dichloromethane; 2004.

Forouzanfar, M. H.; Afshin, A.; Alexander, L. T.; Anderson, H. R.; Bhutta, Z. A.; Biryukov, S.; Brauer, M.; Burnett, R.; Cercy, K.; Charlson, F. J., Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. The Lancet 2016, 388 (10053), 1659-1724.

Greg Morose, Safer and Effective Alternatives to Methylene Chloride For Paint Stripping Products. In EPA's Public Workshop on Use of Methylene Chloride in Furniture Refinishing, EPA Region 1 Headquarters in Boston, Massachusetts, 2017.

https://ehimes.johas.go.jp/wp/topics/858/ (accessed May 29).

International Labour Organization Countries that have not ratified this Convention. https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:11310:0::NO:11310:P11310_INSTRUMENT_ID:312158:NO (accessed June 4).

Michigan State University MSU INVESTIGATION LINKS DEATHS TO PAINT-STRIPPING CHEMICAL. https://msutoday.msu.edu/news/2012/msu-investigation-links-deaths-to-paint-stripping-chemical/ (accessed March 5).

Miura, T., Occupational health history of yellow phosphorus intoxication in Japan. Journal of Science of Labour 1985, 61 (5), 221-233.

Nordic Council of Ministers, Final report from the NORAP Priority Setting Workshop. Sigtuna, Sweden, 2009.

Nordic Product Register Group The Nordic Product Registers, A short

presentation of the product registers in Denmark, Finland, Norway and Sweden; 2007.

Risk & Policy Analysts Ltd., Impact Assessment of Potential Restrictions on the Marketing and Use of Dichloromethane in Paint Strippers. RPA: 2007.

Safer Chemicals Healthy Families U.S. deaths from methylene chloride. https://saferchemicals.org/us-deaths-from-methylene-chloride/ (accessed March 5).

Swedish Chemical Agency Enforcement cooperation. https://www.kemi.se/en/inspectors/enforcement-cooperation (accessed March 18).

THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, Decision No 455/2009/EC of the European Parliament and of the Council of 6 May 2009 amending Council Directive 76/769/EEC as regards restrictions on the marketing and use of dichloromethane.

Tukker, A.; Simons, L., Methylene chloride: advantages and drawbacks of possible market restrictions in the EU. TNO-STB Report for DG Enterprise, Delft, The Netherlands 1999.

原一郎, 大阪におけるビニル履物製造作業者のベンゼン中毒問題. 生活衛生 1960, 4 (1), 28-34.

Abstract

Institutionalization strategy for restriction of hazardous chemicals in Occupational Safety and Health Act

Objectives:

In order to properly manage hazardous chemicals that may cause serious risks to workers, it is necessary to establish a restriction system in the Occupational Safety and Health Act and, which could be an effective method to protect workers' health.

Methods:

We reviewed foreign and domestic regulations, government documents, and papers for information about effective operation of restriction procedures on hazardous chemicals. And we collected and evaluated the data from workplace survey and workplace monitoring system for information about use of chemicals and exposure situation to chemicals. In addition, we reviewed the statistics for work-related diseases and accidents to trace the risk owing to hazardous chemicals

Results:

Some chemicals on the list of prohibited substances that has been designated by the Occupational Safety and Health Act has the nature of restriction. Given this precedent, it would be possible to consider that substances which may pose serious risks to workers' health and life could be added to the list of prohibited substances reflecting the nature of restriction. Alternatively, a plan to establish a restriction system within the

Occupational Safety and Health Act may be considered. However, it is more practical to add new hazardous chemicals which have to be restricted on an existing list of prohibited substances.

In order to propose a restriction for a substance of high risk, the use of the substance and the risk of exposure must be evaluated. Although the use of chemicals could be identified through domestic work environment survey and the exposure to chemicals could be obtained from work environment monitoring system, they have some limitation as a source for comprehensive information. In the case of statistics for occupational diseases, standardized system for collecting data from issues should be established. The factors for contextual information should be supplemented in the current workplace survey and workplace monitoring system.

Dichloromethane is the highest priority substance for which necessity for restriction should be reviewed. In overseas cases, it is prohibited to be used as a component in paint remover or its content limit of 0.1% or less in paint remover is set. In Korea, accidents and deaths has been frequently reported in the cases where products containing dichloromethane are used for washing and cleaning purposes. Although the effect from the restriction of dichloromethane in such products is estimated to be less than the cost, it cannot be regarded as a newly added investment cost because the related management facilities for dichloromethane have to be installed already due to the its designation as a toxic substance by the Ministry of Environment.

Conclusions:

It is necessary to restrict the content of dichloromethane (less than 0.1%) in products used for washing and cleaning purposes. In addition, the government's support policy aiming for the development and distribution of safe and inexpensive alternatives and washing machines should be implemented in parallel.

Key words: Restriction, Hazardous Chemicals, OSHAct, Dichloromethane

〈〈연　구　진〉〉

연 구 기 관 : 노동환경건강연구소

연구책임자 : 김　원(노동환경건강연구소, 실장)
연　구　원 : 김신범(노동환경건강연구소, 부소장)
조준희(노동환경건강연구소, 팀장)
최인자(노동환경건강연구소, 팀장)
강태선(세명대학교 교수)
연구보조원 : 최영은(노동환경건강연구소)
김규연(노동환경건강연구소)
이영선(노동환경건강연구소)
현재순(일과건강)
연구상대역 : 조지훈(차장, 산업화학연구실)

〈〈연 구 기 간〉〉

2020. 04. 15 ~ 2020. 10. 31

본 연구는 산업안전보건연구원의 2020년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

산업안전보건 연구보고서 예시

(2020-산업안전보건연구원-709)

발 행 일 : 2020년 11월
발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 고재철
연 구 책 임 자 : 노동환경건강연구소 김원
발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원
주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400
전 화 : (042) 869-0313
팩 스 : (042) 863-9003
누 리 집 : http://www.kosha.or.kr/oshri